



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

**NÁVRH ÚPRAVY ZVOLENÉHO ÚSEKU VODNÍHO
TOKU**

A DRAFT AMENDMENT OF SELECTED SECTION OF THE WATERCOURSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Adam Vyplel

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Dr. Ing. MILOSLAV ŠLEZINGR

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodních staveb

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Adam Vyplel
Název	Návrh úpravy zvoleného úseku vodního toku
Vedoucí práce	prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr
Datum zadání	30. 11. 2016
Datum odevzdání	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

prof. Ing. Jan Šulc, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka,
CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Patočka, C., Macura, L. Úpravy toků, Praha 1989

Raplík, M a kol. Úpravy tokov, Bratislava 1989

Šlezingr, M. Říční typy, CERM Brno 2007

Šlezingr, M., Úradníček, L., Vegetační doprovod vodních toků, Brno 2009

Šlezingr, M. Revitalizace toků, VUTIUM Brno, 2010

Úradníček, L., Šlezingr, M. Stabilizace břehů, CERM Brno 2007

Výbora, P. Úpravy toků, VUT Brno 1988

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem práce je návrh úpravy vybrané části vodního toku. Student se zaměří zejména na:

- Posouzení stávajícího stavu upravované vodoteče
- Posouzení stavu vegetačního doprovodu toku
- Zhodnocení potřebnosti a návrh způsobu úpravy toku
- Návrh úprav příčného či podélného profilu, posouzení nutnosti zvýšení kapacity říčního koryta
- Výpočet kapacity koryta
- Zpracování textových příloh a výkresové dokumentace

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na návrh úpravy vybraného úseku toku Veverka v katastrálním území Brno-Bystrc, a to v ř. km 0,632 až 0,918. K úpravě je přistoupeno především jako návrh stabilizace poškozených břehů pomocí kamenné rovnániny, plůtku z tyčoviny, kamenného záhozu a drátokamenné matrace. Vhodnost daných opatření byla stanovena na základě stávajícího stavu toku. Na úseku se nachází sedimentační nádrž, na jejímž vtoku se nachází balvanitý skluz, který byl podroben posouzením na stabilitu skluzové plochy. Pomocí programu HEC-RAS je ověřena kapacita koryta toku na jednoletý průtok Q_1 . Následně došlo k návrhu vegetačního doprovodu a břehových porostů vybraného úseku toku tak, aby došlo k přirozenému napojení toku na okolní lesní porost.

Klíčová slova

úprava; stabilizace; HEC-RAS; vegetace; balvanitý skluz

ABSTRACT

The bachelor thesis focuses on the draft amendment of the selected section of the Veverka watercourse in the cadastral area of Brno-Bystrc in the km 0,632 to 0,918 of watercourse. The adaptation is mainly done as a draft for the stabilization of damaged banks by means of stone retaining wall, wooden pole fencing, stone riprap and gabions. The suitability of the given measures was determined on the basis of the current state of the watercourse. In the chosen section there is a sedimentation reservoir with a boulder chute that has been subjected to an assessment of the stability of the slope surface. Then the HEC-RAS program is used to verify the flow capacity of the whole flow channel for the one-year flow Q_1 condition. Subsequently, the vegetation accompaniment and the coastal vegetation of the selected section of the watercourse were designed in order to naturally connect the watercourse to the surrounding forest vegetation.

Keywords

Amendment; stabilization; HEC-RAS; vegetation; boulder chute

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Adam Vyplél *Návrh úpravy zvoleného úseku vodního toku*. Brno, 2017. 52 s., 31 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2017

Adam Vyplél
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce prof. Dr. Ing. Miloslavu Šlezingrovi za odborné vedení, za pomoc a rady a dále panu Petru Hirschovi z Povodí Moravy, s. p. za vstřícné jednání a poskytnutí podkladových dat pro zpracování této práce.

OBSAH

1. ÚVOD A CÍLE PRÁCE	7
2. ZVOLENÁ METODIKA PRÁCE.....	8
2.1. PŘÍPRAVA.....	8
2.2. PRÁCE V TERÉNU	8
2.3. ZPRACOVÁNÍ TEXTU	8
2.4. ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ	8
3. PRŮVODNÍ ZPRÁVA	9
3.1. SPRÁVNÍ ORIENTACE.....	9
3.2. PŘEHLED PODKLADŮ.....	9
3.3. ÚDAJE O POVODÍ.....	10
3.4. GEODETICKÉ PODKLADY	11
3.5. GEOLOGICKÉ POMĚRY	12
3.6. HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY	13
3.7. PEDOLOGICKÉ POMĚRY	14
3.8. KLIMATICKÉ POMĚRY	15
3.9. HYDROLOGICKÉ POMĚRY	17
3.10. POŽADAVKY NA ODBĚRY.....	18
3.11. ČISTOTA VOD.....	18
3.12. ÚDAJE O ZEMĚDĚLSTVÍ.....	18
3.13. ÚDAJE O LESNICTVÍ.....	20
3.14. ÚDAJE O PRŮMYSLU	21
3.15. MOŽNOSTI REKREAČNÍHO VYUŽITÍ.....	21
3.16. SPLAVNOST TOKU	21
3.17. ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.....	21
4. TECHNICKÁ ZPRÁVA	24
4.1. SPRÁVNÍ ORIENTACE.....	24
4.2. ÚVODNÍ ČÁST	24
4.3. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU.....	24
4.3.1. Objekty.....	24
4.3.2. Popis příčného řezu	27
4.3.3. Popis podélného sklonu	29
4.3.4. Vlastnické vztahy.....	29
4.3.5. Velikost efektivního zrna.....	30
4.4. VLASTNÍ NÁVRH ÚPRAVY TOKU.....	30
4.4.1. Podélný sklon.....	30
4.4.2. Opevnění.....	30
4.4.3. Objekty na toku	32
4.5. NÁVRH VEGETAČNÍHO DOPROVODU	32

4.5.1.	Travní porost.....	33
4.5.2.	Přehled možných druhů dřevin.....	33
5.	HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY	37
5.1.	VÝPOČET V PROGRAMU HEC-RAS.....	37
5.1.1.	Metoda výpočtu.....	37
5.1.2.	Podklady pro výpočet.....	40
5.1.3.	Vstupní data	40
5.1.4.	Výstupní data.....	41
5.2.	POSOUZENÍ BALVANITÉHO SKLUZU	44
5.2.1.	Stanovení vymílací rychlosti.....	44
6.	ZÁVĚR.....	46
	POUŽITÁ LITERATURA A INTERNETOVÉ ZDROJE.....	47
	SEZNAM TABULEK	49
	SEZNAM OBRÁZKŮ	50
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	51
	SEZNAM PŘÍLOH	52

1. ÚVOD A CÍLE PRÁCE

Tato bakalářská práce se zabývá posouzením stávajícího stavu a následným návrhem úpravy toku Veverka, konkrétně jeho části v ř. km 0,632 až 0,918. Přibližně uprostřed dané vodoteče byla vybudována mezi lety 2013 – 2014 sedimentační nádrž, sloužící jako revitalizační opatření za účelem zlepšení splaveninového režimu a kvality vody.

Veverka je pravostranným přítokem řeky Svratky, do které se vlévá jako přítok údolní nádrže Brno. Kvalita vody toku je dlouhodobě sledována, protože přispívá k problémům jakosti vody ve vodní nádrži. Protéká údolím s hradem Veveří a pozemní komunikací č. II/384. V letních měsících je oblast rekreačně využívána z důvodu blízkosti vodní nádrže Brno.

Řešený úsek toku se nachází v katastrálním území Brno-Bystrc v Jihomoravském kraji. Dle rozlohy povodí 30,92 km² můžeme tok zařadit mezi malé toky. Jsou specifické tím, že charakter povodí rozhoduje o průběhu srážkového odtoku. Malá povodí toků tedy vytvářejí velké specifické odtoky, vzniklé přívalovými dešti, které často zasáhnou celou plochu povodí. Proto je vývoj jejich koryt nestabilní a průtokový režim předmětem sledování resortem zemědělství, ochrany půdy a mají zásadní krajinný a společenský význam. [9]

Cílem práce je návrh úpravy vybrané části toku a zajištění stabilizace břehů toku s ohledem na současný stav. K úpravě je přistoupeno návrhem stabilizačních prvků koryta vybrané vodoteče, a to zejména v místě tělesa již zmíněné pozemní komunikace č. II/384, kolem níž Veverka těsně protéká. Dále je využito stabilizačních prvků pro zachycení boční eroze soukromého pozemku a také zajištění břehové nátrže, vzniklé podemletím konkávního břehu.

Potřebnost zvýšení kapacity je posouzena na základě výpočtu kapacity koryta na kapacitní průtok Q_1 pomocí programu HEC-RAS.

Vybraná vodoteč v oblasti sedimentační nádrže postrádá vegetační doprovod, proto je navržen břehový porost a vegetační doprovod s ohledem na technické využití nádrže, přičemž se uvažuje vhodná skladba keřového a stromového patra. Dřeviny jsou mj. vybrány na základě jejich stabilizační funkce svahu a estetického zapojení vegetačního doprovodu do okolního lesního porostu.

Ve vybrané vodoteči se nachází na vtoku do sedimentační nádrže balvanitý skluz, který je nutné posoudit na stabilitu skluzové plochy.

Přílohy bakalářské práce jsou zaměřeny na výkresovou dokumentaci návrhu možných způsobů stabilizace břehů a vegetačního doprovodu.

2. ZVOLENÁ METODIKA PRÁCE

2.1. PŘÍPRAVA

Před zahájením samotné terénní činnosti bylo potřeba nastudovat si teorii návrhu úprav vodních toků. Dále pak bylo důležité obstarat si veškeré dostupné podklady včetně geodetických a mapových. Literatura byla zapůjčena z Knihovnického a informačního centra, Moravské zemské knihovny a některé poskytl vedoucí práce prof. Šlezinger.

Geodetické a textové přílohy poskytl pan Hirsch z podniku Povodí Moravy. Poskytnutá textová a výkresová část byla součástí projektové dokumentace sedimentačních nádrží, kterou vypracoval VH atelier, spol. s r. o. Vše se stalo důležitým podkladem pro vypracování této práce.

2.2. PRÁCE V TERÉNU

Práce v terénu začala osobní prohlídkou zájmové lokality a zhotovení fotodokumentace na podzim 2016 a na jaře 2017. Bezprostředně poté následovalo posouzení aktuálního stavu a byla vybrána místa pro zbudování potřebného stabilizačního opatření.

Následně došlo k doplňkovému geodetickému zaměření zájmového úseku v jeho horní a dolní části včetně příčných profilů.

Fotografie byly pořízeny pomocí Nikon D3100. Nivelační přístroj byl použit typ GP 24B.

2.3. ZPRACOVÁNÍ TEXTU

Vypracování této práce a uvedení do její finální podoby se neobešlo bez práce s textem. Nejprve bylo potřeba nastudovat poskytnutou literaturu a získat tak důležité znalosti pro sepsání teoretického přehledu řešené problematiky a následné zanalyzování a navržení opatření.

Dále bylo důležité zhotovit průvodní zprávu, kde je zahrnuta základní charakteristika území a jeho přírodních poměrů. Technická zpráva se pak zabývá samotným popisem navrženého řešení.

Textová část byla napsána v programu MS Word, tabulky v MS Excel. Zhotovení výkresové dokumentace se neobešlo bez programu AutoCAD 2017 od společnosti Autodesk.

Mapové podklady byly staženy jako jednotlivé listy vodohospodářské mapy v měřítku 1 : 50 000 nebo z portálu ČÚZK.

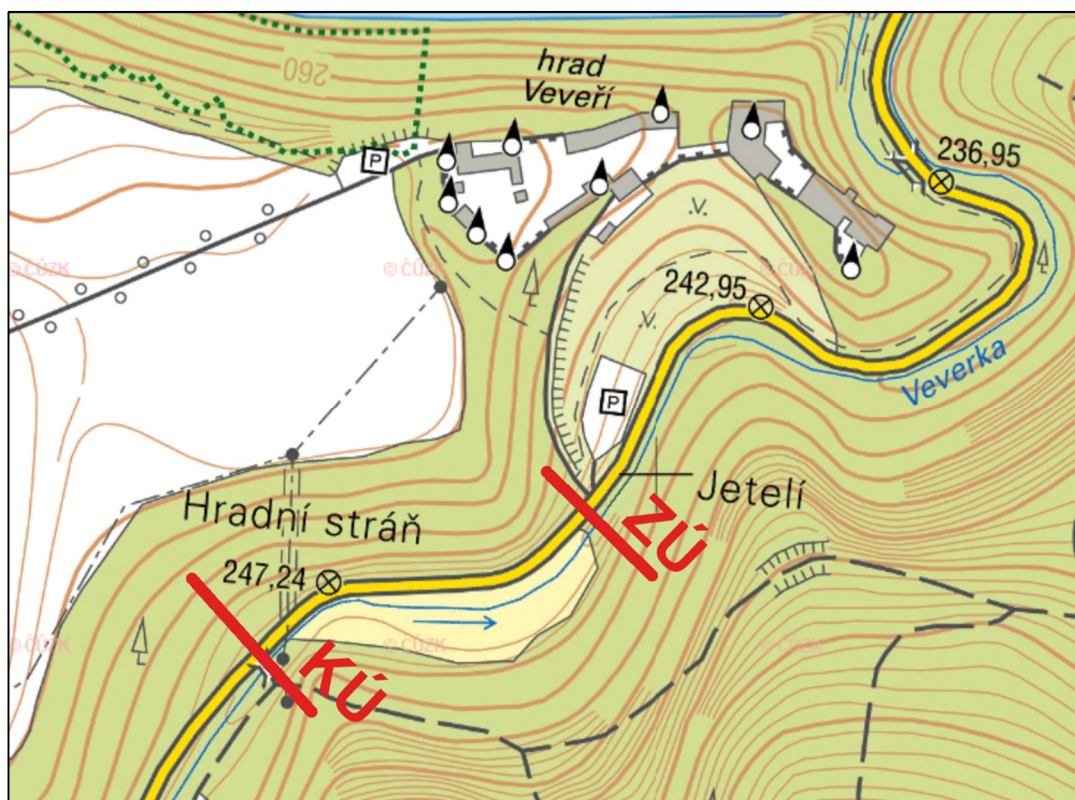
2.4. ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

Výsledky jsou zpracovány do průvodní a technické zprávy, hydrotechnických výpočtů a výkresových příloh.

3. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

3.1. SPRÁVNÍ ORIENTACE

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| • Název akce: | Návrh úpravy vodního toku |
| • Název toku: | Veverka |
| • Číslo hydrologického pořadí: | 4-15-01-146 |
| • Kilometráž zájmového úseku: | 0,652 – 0,918 |
| • Katastrální území: | Brno – Bystřec |
| • Okres: | Brno – venkov |
| • Kraj: | Jihomoravský |
| • Správce toku: | Povodí Moravy s. p. |
| • Celková délka toku v km: | 9,043 |



Obr. 1: Situace zájmového území, M 1 : 5000 [17]

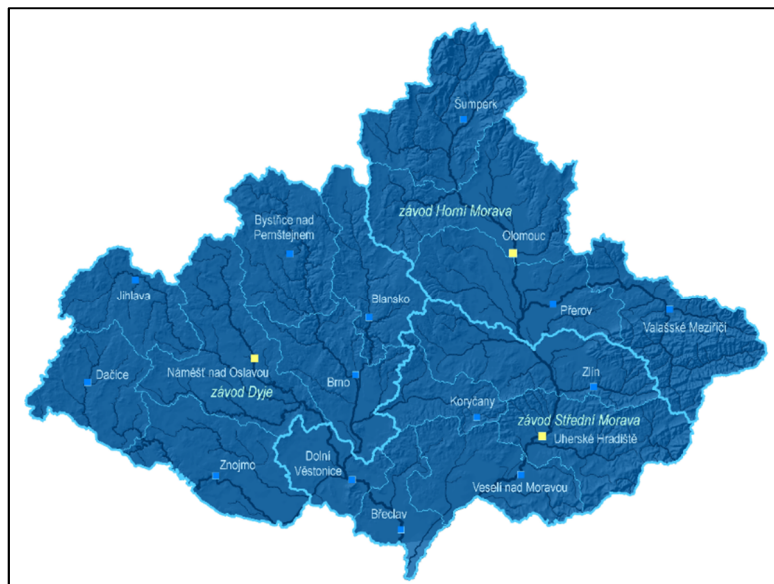
3.2. PŘEHLED PODKLADŮ

- Geodetické zaměření lokality (09/2012; 11/2016) [11]
- Inženýrsko-geologické posouzení [11]
- Biologické posouzení [11]
- Listy vodohospodářské mapy 1:50 000
- Terénní průzkum a fotodokumentace

- Hydrologická data – ČHMÚ [11]

3.3. ÚDAJE O POVODÍ

Povodí toku Veverka přísluší k povodí řeky Svratky, která dále do povodí Dyje, které náleží do povodí řeky Moravy. Správcem toku je Povodí Moravy s. p. – závod Dyje.



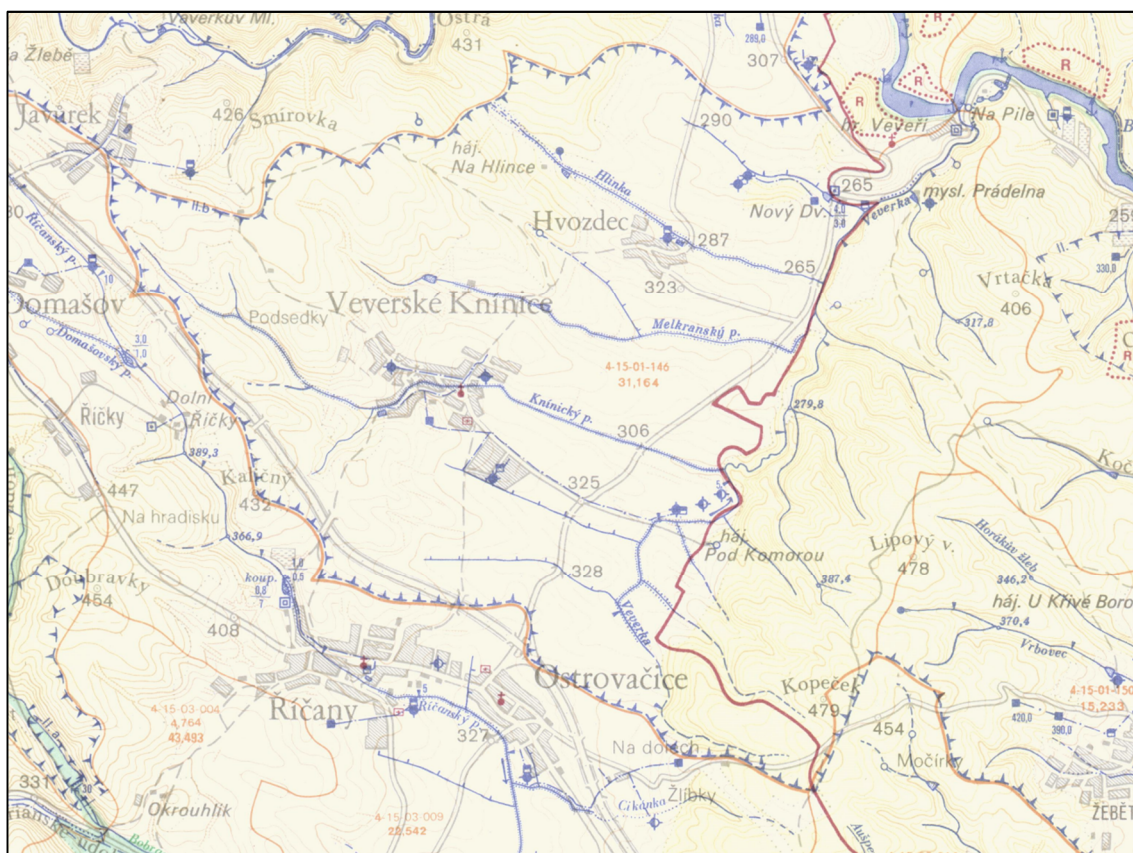
Obr. 2: Správní členění povodí Moravy [14]

Řeka Svratka je největším levobřežním přítokem řeky Dyje, která pramení v severní části Českomoravské vrchoviny u Žďáru nad Sázavou v nadmořské výšce asi 772 m n. m. Odtud teče severovýchodním směrem, poté pokračuje jihovýchodně k Brnu. Mezi Brnem a Veverskou Bítýškou se nachází přehradní nádrž. Z Brna Svratka dále pokračuje na jih a vtéká do části Dyjsko-svrateckého úvalu. Svratka se vlévá do Dyje ve střední nádrži vodního díla Nové Mlýny, v nadmořské výšce cca 170 m n. m. [15]

Vodní nádrž Brno na toku Svratka se nachází v říčním km 56,19. Provozovatelem je Povodí Moravy, s.p.- závod Dyje a byla uvedena do provozu r. 1940. Účelem nádrže je trvalé zajištění minimálního průtoku, dále pak zajištění odběrů pro úpravnu vody a závlahy, snížení povodňových průtoků, výroba elektrické energie a také rekreace, plavba a rybářství. Celkový objem nádrže je 21,00 mil. m³, zatopená plocha je 259 ha. Hráz je betonová gravitační, její délka v koruně činí 120,0 m, výška hráze nade dnem pak činí 23,5 m. [6]

Vodní tok Veverka se do Svratky vlévá v místě vodní nádrže Brno jako její pravostranný přítok. Předtím urazí přes 9 km dlouhou trasu od pramene, který je situován nad obcí Ostrovačice v nadmořské výšce cca 430 m n. m. v oblasti přírodního parku Podkomorské lesy. Od pramene pokračuje severozápadním směrem blíže k Ostrovačicím a potom se stáčí severovýchodním směrem. Dále pokračuje ke skalnatému údolí, kde se nachází historická dominanta hrad Veverčí. V nadmořské výšce cca 230 m n. m. Veverka ústí do řeky Svratky.

Celková rozloha povodí Veverky je 30,92 km² a rozkládá se na k. ú. Ostrovačice, Veverské Knínice a Bystř. Do Veverky se vlévá zprava sedm bezejmenných přítoků a zleva Knínický a Melkranský potok, potok Hlinka a čtyři bezejmenné přítoky.



Obr. 3: Povodí toku Veverky (zdroj: VH mapa 1 : 50 000)

3.4. GEODETICKÉ PODKLADY

V souvislosti s již prováděnými revitalizačními opatřeními s cílem mj. vybudovat sedimentační nádrže „Prádelna“ na toku Veverka byly zapůjčeny od Povodí Moravy s. p. podklady a projektová dokumentace provedených úprav toku počínající rokem 2012. Součástí geodetických podkladů je:

- podrobný podélný profil sedimentační nádrží M 1 : 250/100,
- podrobná situace sedimentační nádrže M 1 : 500,
- příčné řezy sedimentační nádrží M 1 : 250/100.

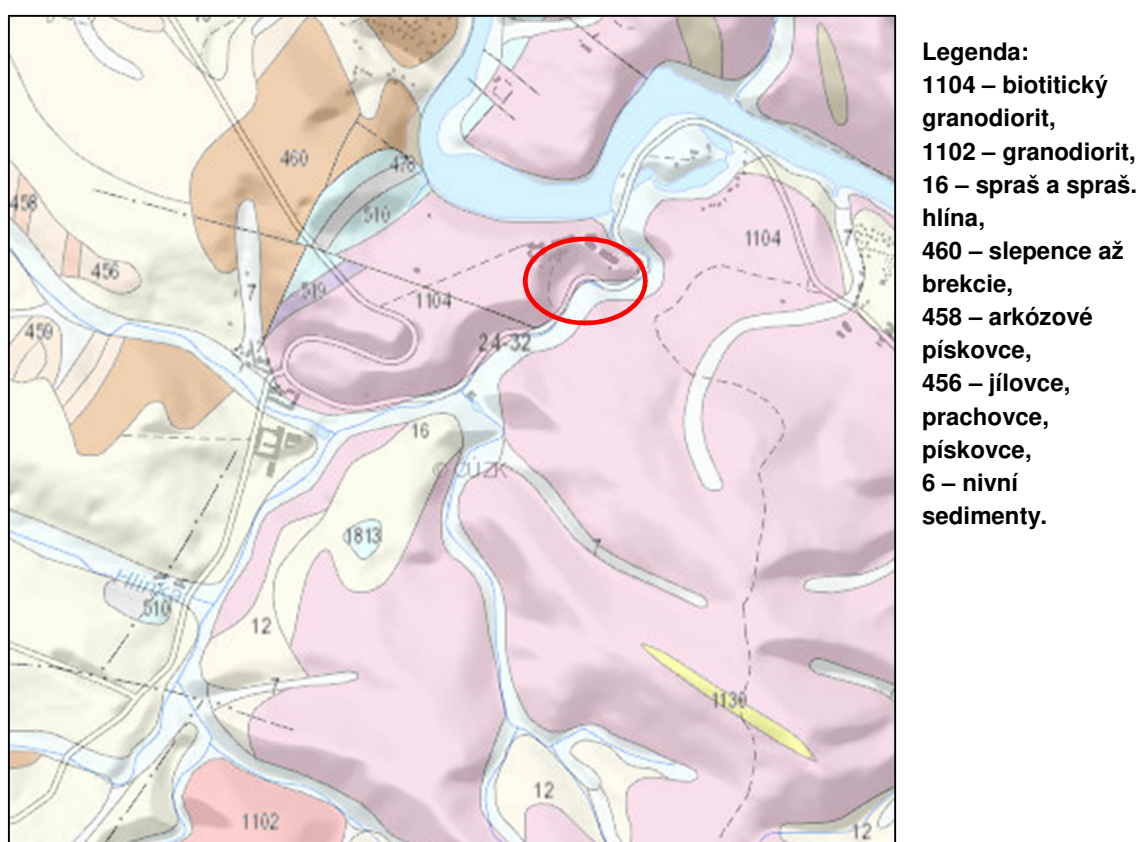
Tyto výkresové přílohy byly vypracovány obchodní společností VH atelier, spol. s.r.o.

Vzhledem k nedostatečnému zaměření samotného toku bylo nutné provést zaměření vlastními silami v listopadu 2016. Bylo zaměřeno celkem 5 příčných profilů před vtokem do sedimentační nádrže a 6 příčných profilů za výtokem z nádrže.

3.5. GEOLOGICKÉ POMĚRY

V rámci již dříve provedených revitalizačních zásahů na toku Veverka byl jako součást projektové dokumentace proveden inženýrsko-geologický průzkum. Jako požadavek pro vypracování bylo zvoleno posouzení vhodnosti umístění sedimentačních nádrží v zájmovém území toku.

Zájmové území se ze širšího geologického hlediska nachází na rozhraní brněnského masivu a moravika svratecké klenby. Dle regionálního členění se nachází v oblasti geomorfologické jednotky zvané Boskovická brázda. Ve východní části Boskovické brázdy jsou permokarbonské uloženiny složeny z valounů drob, pískovců a vápenců. Na bázi vystupují slepence. Jejich valouny jsou tvořeny sedimenty a vápenci. [11]



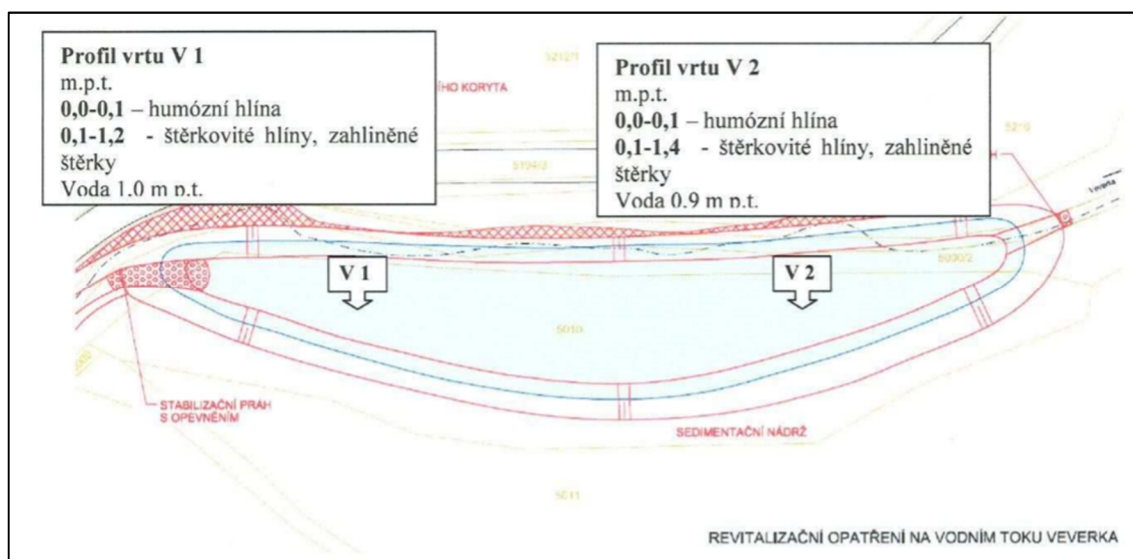
Obr. 4: Geologická mapa zájmového území 1 : 50 000 [18]

Západní část Boskovické brázdy tvoří souvrství slepenců složených z hornin krystalinika Českomoravské vrchoviny. Slepence přecházejí směrem do nadloží do červenohnědě zbarvených pískovců a arkóz, v nichž se vyskytují vložky jílovitých hornin. V nadloží souvrství těchto pískovců je pak místy vyvinuto souvrství střídaných se červenohnědých a šedých slínovců. Z kvartérních uloženin, která se v zájmovém území vyskytují, jsou zastoupeny fluvialní sedimenty vodoteče Svratky a jejích přítoků, spraše a dále pak v menší míře uloženiny ronové a svahové. Spraše, které jsou eolického původu a byly navátý převážně severozápadními větry, se vyskytují na svazích

s východní a jihovýchodní expozicí. Deluviální, písčitohlinité sedimenty jsou vyvinuty zejména ve sprašových oblastech, kde lemují svahy území. [11]

Sondážními pracemi v zájmovém území bylo pod svrchní vrstvou humózních hlín (o celkové mocnosti 0,1 – 0,2 m) zjištěno zastoupení fluvialních a fluviodeluvialních sedimentů s charakterem šterkových hlín, zahliněných až zajiňovaných šterků s jílovito-písčitou výplní o mocnosti 1,0 až 1,2 m přecházející do podloží ve zvodnělé šterkopísku.

Svahy údolní nivy jsou z kvalitativního hlediska budovány kamenito-hlinitými zeminami charakteru šterkovitých až balvanitých sutí o mocnosti 1,0 až 1,5 m, které přechází do podloží tvořeného navětralými ortorulami a rulami. Stupeň porušení horniny je proměnlivý. [11]



Obr. 5: Situace a popis sond – sedimentační nádrž [11]

Dle geotechnického hlediska nabývají zeminy v lokalitě parametrů: [11]

Zahliněné, jílované šterky

$$E_{\text{def}} = 40 \text{ MPa}$$

$$c_{\text{ef}} = 5 \text{ kPa}$$

$$\varphi_{\text{ef}} = 32^\circ$$

$$\nu = 0,30$$

$$\rho_n = 19,5 \text{ kN.m}^{-3}$$

$$R_{\text{dt}} = 150 - 250 \text{ kPa}$$

3.6. HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hlediska hydrogeologického můžeme zájmovou oblast zařadit do hydrogeologického rajonu č. 5222 Boskovická brázda a č. 6570 Krystalinikum brněnské jednotky. Nacházejí se zde puklinové kolektory, průlinovo-puklinové a kolektory s průlinovou propustností. Zájmová lokalita je specifikována větším počtem izolátorů, které se nepravidelně střídají společně s průlinovo-puklinovými kolektory permských sedimentů. Tyto sedimenty vyplňují území Boskovické brázdy a tvoří tak komplex

[illegible]

Obr. 6: Mapa hydrogeologických poměrů [15]

3.7. PEDOLOGICKÉ POMĚRY

Území patří do Brněnského bioregionu, kde se střídají zejména hnědozemně až hnědozemní černozemě na spraších ve sníženinách a typické kambizemě s fluvizeměmi na vyvýšeninách a jejich úpatích. Ojedinele se zde vyskytují kyselé typické kambizemě. Strmé kopce a skalnaté údolí je půdní pokryv silně ovlivněn geologickým podkladem, nejčastěji to jsou různé typy litozemí, rankerů a rendziny na vápencích. [1]

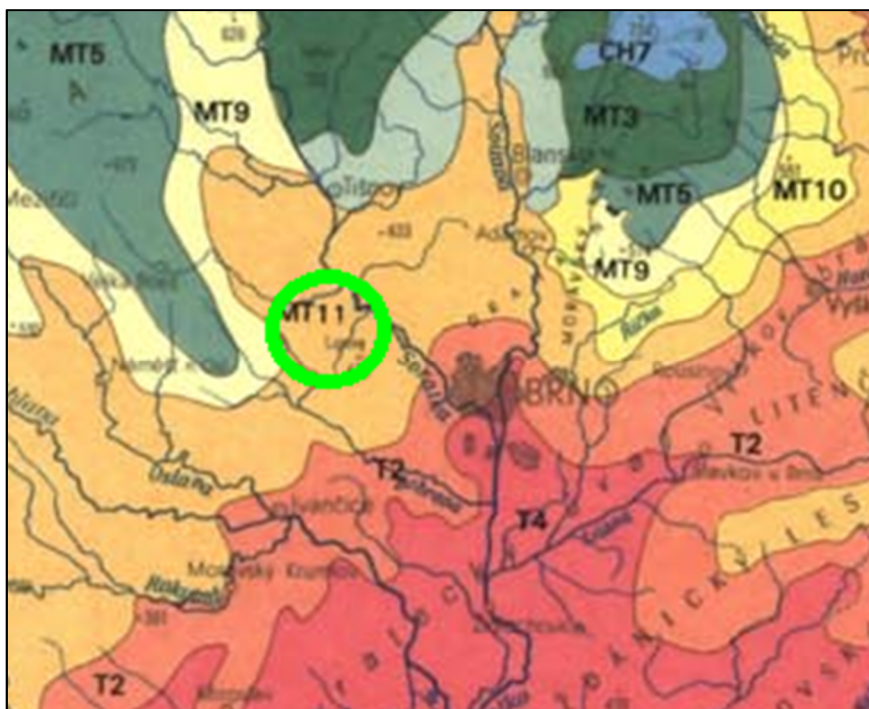
Hnědozemě mají skladbu stejnorodých hnědých luvických horizontů, nad nimiž leží vysvětlené eluviální horizonty. Hnědozemě se převážně vyskytují do nadmořské výšky cca 400 m n. m. Hlavním půdotvorným substrátem jsou spraše a sprašové hlíny. [3]

Kambizemě se vyznačují procesem hnědnutí (braunifikací). Tvoří tak kambický hnědý horizont, který přechází z půdotvorného substrátu pod ním. Na základě vlastností půdotvorného substrátu se kambizemě liší v úrodnosti, zrnitosti a ve fyzikálních a chemických vlastnostech. Vyskytují se převážně ve svažitém terénu pahorkatin, zřídka v rovinatém terénu. Mezi původní společenství dřevin patří lesy tvořené dubem a bukem. [3]

Fluvizemě vznikají na sedimentech v nivách řek a potoků, kde dochází k jejich občasnému zaplavování zpravidla jednou ročně. Vyznačují se nepravidelným uložením organických látek a sedimentů s různou zrnitostí, protože unášecí rychlost částic a tím jejich sedimentační schopnost bývá různá. [11]

3.8. KLIMATICKÉ POMĚRY

Dle klimatického dělení Československa se zájmové území nachází v mírně teplé oblasti MT11. Podnebí se vyznačuje dlouhým létem, které je teplé a suché vlivem srážkového stínu Českomoravské vrchoviny. Přechodné období je krátké, jara a podzimy jsou mírné. Zima bývá normálně dlouhá, mírně teplá a suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. [4]



Obr. 7: Mapa klimatických poměrů dle Quitta [13]

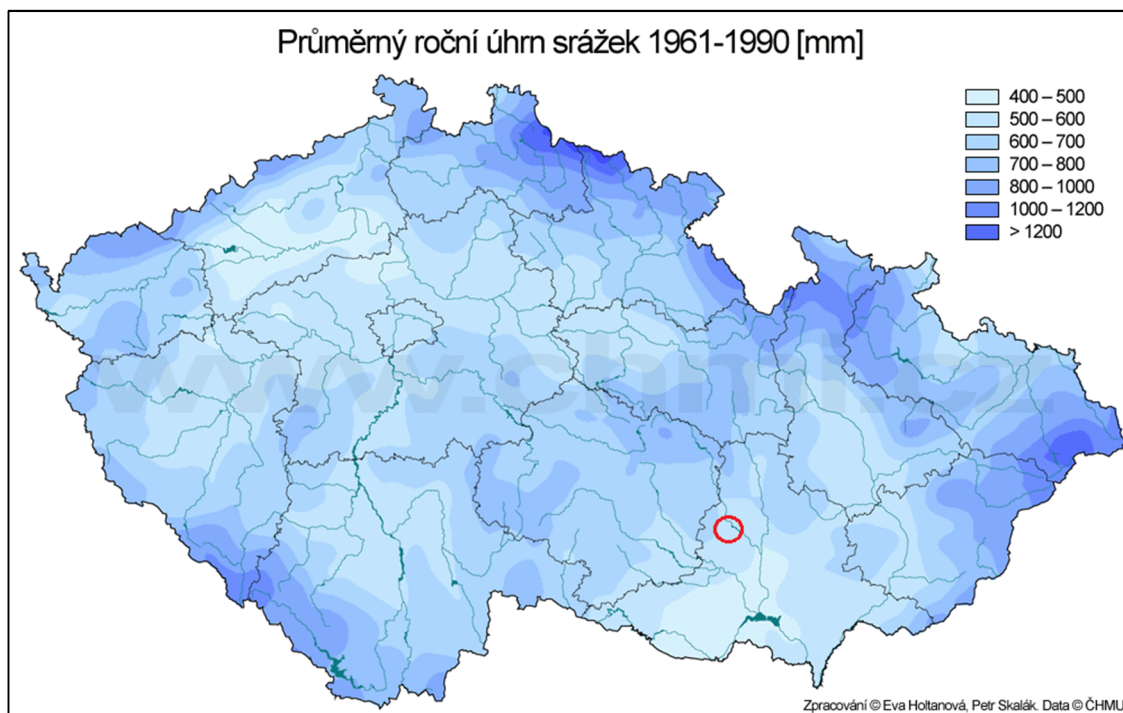
Tab. 1: Charakteristika oblasti dle Quitta (1971) [4]:

Charakteristika oblasti	MT11
Počet letních dnů	40 - 50
Počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více	140 - 160
Počet mrazových dnů	110 - 130
Počet ledových dnů	30 - 40
Průměrná teplota v lednu v °C	-2 až -3
Průměrná teplota v červenci v °C	17 - 18
Průměrná teplota v dubnu v °C	7 - 8
Průměrná teplota v říjnu v °C	7 - 8
Počet dní se srážkami > 1 mm	90 - 100
Srážkový úhrn ve vegetačním období v mm	350 - 400
Srážkový úhrn v zimním období v mm	200 - 250
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50 - 60
Počet dnů zamračených	120 - 150
Počet dnů jasných	40 - 50

Následující údaje byly převzaty z dlouhodobého měření ČHMÚ jako součást poskytnuté projektové dokumentace. [11]

Srážkové poměry:

- Meteorologická stanice: Veverská Bítýška
- Nadmořská výška: 277 m n. m.
- Průměrný srážkový úhrn: 559 mm
- Srážky ve vegetačním období (IV - IX): 347 mm
- Mimorevegetační srážkový úhrn (X, XI, XII, I, II, III): 212 mm



Obr. 8: Mapa srážkových úhrnů ČR [12]

Tab. 2: Rozložení průměrných srážek do jednotlivých měsíců [11]

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Srážky [mm]	28	26	30	38	58	71	76	63	41	47	43	38

Teplotní poměry:

- Meteorologická stanice: Brno-Pisárky
- Nadmořská výška: 223 m n. m.
- Průměrná roční teplota vzduchu: 8,4 °C
- Průměrná roční teplota vzduchu ve vegetačním období: 14,8 °C

Tab. 3: Rozložení teploty vzduchu do jednotlivých měsíců [11]

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Teploty [°C]	-2,1	-0,7	3,6	8,5	13,8	16,7	18,4	17,4	13,8	8,6	3,5	-0,2

3.9. HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologické údaje toku Veverka byly převzaty z projektové dokumentace pro sedimentační nádrž, kde byly doloženy měření Českým hydrometeorologickým ústavem. [11]

- vodní tok: Veverka
- č. hydrolog. povodí: 4-15-01-146
- měrný profil: pod hradem Veverí

- plocha povodí: 30,92 km²
- dlouhodobá průměrná výška srážek v povodí: 534 mm
- dlouhodobý průměrný roční průtok: 90 l.s⁻¹

Tab. 4: Hodnoty m-denních průtoků [11]

Průtoky Q_m (m-denní)							
dny	30	90	120	180	270	355	364
Q_m [l.s ⁻¹]	207,0	115,0	94,0	66,0	36,0	8,5	2,0

Tab. 5: Hodnoty N-letých průtoků [11]

Průtoky Q_N (N-leté)							
roky	1	2	5	10	20	50	100
Q_N [m ³ .s ⁻¹]	5,0	7,8	12,4	16,6	21,4	28,7	34,9

3.10. POŽADAVKY NA ODBĚRY

Zájmové území nepodléhá žádnému odběru pro vodní elektrárnu, závlahový systém apod.

3.11. ČISTOTA VOD

Jakost vody toku Veverka jako pravostranný přítok brněnské nádrže je diskutovaným problémem. Významným znečišťovatelem bývaly okolní obce v povodí bez ČOV a dále zemědělská činnost v povodí Veverky.

Oblast povodí Veverky trpí významnou zemědělskou činností, kdy dochází k půdním smyvům a spolu s nimi i ke kontaminaci chemikáliemi drobných toků v povodí.

Ke kontaminaci také přispívá živočišná výroba a úniky ze silážních jam a stájí.

3.12. ÚDAJE O ZEMĚDĚLSTVÍ

Zemědělská půda je tvořena 59,60 % z celkové plochy oblasti povodí Dyje a z tohoto množství je 47,63 % plochy orná půda. [15]

Zemědělská půda je nejvíce zastoupena v Jihomoravském kraji, kde orná půda představuje 308 126, tj. 83,3 % tamní zemědělské půdy, což představuje 57,95 % plochy z celkové orné půdy oblasti povodí. V Jihomoravském kraji je 25 579 ha trvalých travních porostů, což je pouhých 6,92 % zemědělské půdy v tomto kraji. Na jižní Moravě se nacházejí významné vinice, které jsou založeny na 17 812 ha půdy. [15]

Tab. 6: *Struktura zemědělské půdy v oblasti povodí Dyje [15]*

Druh půdy	Plocha [ha]	% zemědělské půdy	% plochy povodí
Orná půda	531 741	79,91	47,63
Sady, zahrady, vinice	44 988	6,76	4,03
Trvalé travní porosty	88 724	13,33	7,94
Zemědělská půda celkem	665 453	100,00	59,60

Na území povodí Dyje je v zemědělství zaměstnáno 22 949 pracovníků. Kombinované rostlinné a živočišné výrobě se zde věnuje většina výrobních subjektů a to 4 520. 3 055 podniků hospodaří s převážně rostlinnou výrobou a 1 371 subjektů podniká s převažující živočišnou výrobou. Na jižní Moravě se nachází 2 310 subjektů zaměřených pouze na rostlinnou výrobu a 2 206 subjektů provozujících kombinovaný způsob hospodaření. [15]

Tab. 7: *Nejvýznamnější pěstované plodiny v oblasti povodí Dyje [15]*

Plodiny	Plocha [ha]	% osevní plochy
Obiloviny	298 034	62,35
Luskoviny	8 206	1,72
Brambory	9 116	1,91
Cukrovka	7 980	1,67
Technické	72 886	15,25
Píceiny	81 730	17,10
Osevní plocha celkem	477 952	100,00

Skot se chová především v západní části oblasti povodí Dyje, kde se chová celkem 145 073 ks, tj. 69 % skotu z celkového počtu v oblasti povodí Dyje.

Nejvíce prasat a drůbeže se chová v kraji Jihomoravském, a to 392 539 ks, tj. 60 % prasat a 3 735 586 ks, tj. 78 % drůbeže z celkového množství v oblasti povodí Dyje. V tomto kraji je největší intenzita chovu prasat v ČR, a to 141,6 ks prasat na 100 ha orné půdy, přičemž celostátní průměr je 105,1 ks prasat. [15]

Tab. 8: Živočišná výroba v oblasti povodí Dyje [15]

Druh	Počet [ks]	Přepočet na dobytčí jednotky
Skot	211 371	211 371
Prasata	652 217	130 443
Drůbež	4 800 822	19 203
Ovce	11 304	1583

Významnou zemědělskou činností na území povodí Veverky je pěstování zemědělských surovin jako pšenice, řepka, ječmen a kukuřice. Zemědělský půdní fond je v hospodaření Zemědělské společnosti Veveří, a. s. Další pozemky využívá Veterinární a farmaceutická univerzita Brno.

3.13. ÚDAJE O LESNICTVÍ

Oblast povodí Dyje zahrnuje všechny druhy lesních vegetačních stupňů (LVS), z nichž převládají jedlové bučiny s 23,8 %, dubové bučiny s 20,5 % a bučiny s bukovými doubravami mají podíl 17,3 % spolu s bukovým stupněm také s 17,3 %. [15]

Tab. 9: Zastoupení lesních vegetačních stupňů v oblasti povodí Dyje [15]

LVS		[%]
1	Dubový	10,5
2	bukovo-dubový	17,3
3	dubo-bukový	23,8
4	Bukový	17,3
5	jedlo-bukový	23,8
6	smrko-bukový	10,4
7	Buko-smrkový	0,2

Celostátní lesnatost ČR je 32,7 %. Podíl lesů v oblasti povodí Dyje je 29,4 % z celkové plochy oblasti povodí. Větší lesnatost 30,6 % je v západní části povodí v oblasti Českomoravské vrchoviny, na jižní a jihovýchodní Moravě je 27,4 % zalesnění. V západní části povodí vysoce převažují lesy jehličnaté, kterých tam je 88,7 % z celkové rozlohy lesů, na jižní a jihovýchodní Moravě je jehličnatých lesů 51,7 % a listnatých lesů 47,1 %. [15]

Oblast povodí Veverky spadá pod lesní oblast č. 33 Předhoří Českomoravské vrchoviny s celkovou lesnatostí 31,3 %. V minulosti převládaly listnáče (buk, dub, osika, bříza, lípa), ale počátkem 19. století docházelo k výsadbám monokultur jehličnanů. Nyní je snaha zmírnit tyto dopady příměsemi listnáčů. [16]

Tab. 10: Porovnání druhových skladeb v % [15]

Skladba	BO	JD	MD	SM	Ostatní jehličnany	DB	BK	Ostatní listnáče
Současná	25,0	1,0	5,0	39,0	-	17,0	2,0	11,0
Přirozená	1,6	8,8	-	-	-	34,0	48,0	7,0
Cílová	15,0	0,9	3,12	36,3	-	25,0	6,7	12,3

3.14. ÚDAJE O PRŮMYSLU

V dané lokalitě se žádná průmyslová výroba nenachází.

3.15. MOŽNOSTI REKREAČNÍHO VYUŽITÍ

Tok Veverka nenabízí žádnou možnost rekreace, ať jde o rybolov, vodní sporty či plavbu.

Pro účely rekreace či koupání je v bližším okolí vodní nádrž Brno, do které Veverka ústí. Veverka protéká zalesněným údolím, které je vhodné pro pěší procházky nebo cyklistiku díky přírodnímu parku Podkomorské lesy. Zároveň se zde nabízí možnost návštěvy hradu Veveří.

3.16. SPLAVNOST TOKU

Veverka nebyla nikdy splavným tokem a ani do budoucna se s jeho splavněním nepočítá.

3.17. ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

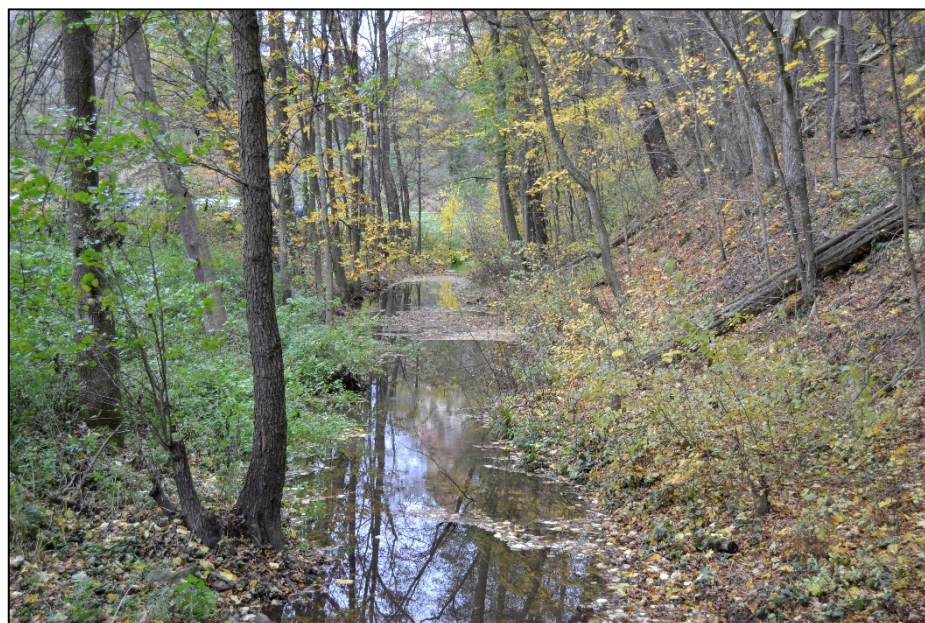
Tok Veverka protéká přírodním parkem Podkomorské lesy, který se rozkládá v severovýchodní části povodí toku o celkové rozloze 567 ha a s nadmořskou výškou v rozsahu 228 - 417 m n. m. Území je obzvláště citlivé na vykácení původních doubrav a jejich nahrazení jehličnatými monokulturami. [16]

Nevhodné lesní hospodaření ohrožuje populaci např. roháče obecného (*Lucanus cervus*). V údolní nivě se zde vyskytují ohrožené druhy skokan štíhlý (*Rana dalmatina*), veverka obecná (*Sciurus vulgaris*) a užovka obojková (*Natrix natrix*), z rostlin např. lopuch hajní (*Arctium nemorosum*) nebo brambořík nachový (*Cyclamen purpurascens*). [11]

V okolí sedimentační nádrže zcela chybí vegetační doprovod. V ř. km 0,632 až 0,671 a 0,882 až 0,918 je druhová skladba především javor mléč (*Acer platanoides*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), habr obecný (*Carpinus betulus*). Doprovod přirozeně navazuje na okolní lesní porost. Některé dřeviny vegetačního doprovodu nevhodně zasahují do paty svahu kynety, jak je patrné z obrázku č. 10. [11]



Obr. 9: Ukázka absence vegetačního doprovodu [A. Vyplél]



Obr. 10: Ukázka stavu vegetačního doprovodu v ř. km 0,632-0,652 [A. Vyplél]

Zájmové území je výrazně ovlivněno zemědělskou činností. Každoroční půdní smyv ze zemědělských pozemků donutil správce toku vybudovat v povodí Veverky celkem tři sedimentační nádrže, které tak mají zabránit dopravě sedimentů dále do vodní nádrže Brno. [11]

Lze tedy konstatovat, že tok Veverka neprotéká žádným chráněným územím. Přesto je potřeba zdůraznit, že navrhovaná úprava toku nijak neohrozí životní prostředí. Během výstavby se bude postupovat dle platných norem a předpisů.



Obr. 11: Mapa přírodního parku Podkomorské lesy [A. Vyplél]

4. TECHNICKÁ ZPRÁVA

4.1. SPRÁVNÍ ORIENTACE

• Název akce:	Návrh úpravy vodního toku
• Název toku:	Veverka
• Číslo hydrologického pořadí:	4-15-01-146
• Kilometráž zájmového úseku:	0,632 – 0,918
• Katastrální území:	Brno – Bystrc
• Okres:	Brno – venkov
• Kraj:	Jihomoravský
• Správce toku:	Povodí Moravy s. p.
• Celková délka toku v km:	9,043

4.2. ÚVODNÍ ČÁST

Úkolem práce je zpracování návrhu úpravy toku Veverka v ř. km. 0,632 – 0,918, kde se nachází dřevěný most přes Veverku pro cestu k myslivně Prádelna. Levý břeh toku je lemován silnicí č. II/384 z Bystrce směrem na Nový Dvůr. Zájmový úsek se nachází převážně v nivní trati, kde může docházet k bezpečným rozlivům při větších průtocích. Přístup úpravy toku je zaměřen na návrh stabilizačních prvků koryta a svahů. Dále je úkolem navrhnout vhodný vegetační doprovod toku. Návrhem nedojde ke zhoršení odtokových poměrů.

V současné době byly správcem toku v zájmovém území provedeny revitalizační úpravy za účelem vybudování sedimentačních nádrží, které mají přispět ke zlepšení stavu v povodí Veverky z hlediska splaveninového režimu a zlepšit celkově kvalitu vody před ústím do vodní nádrže Brno.

Byla tedy od Povodí Moravy, s. p. zapůjčena projektové dokumentace zabývající se revitalizačními opatřeními na toku. Součástí je i dokumentace sedimentační nádrže a geodetické zaměření příčných a podélných profilů toku a přehlednou situaci toku v měřítku 1 : 1000.

Přístupové cesty na zájmové území mohou být buď z pravé strany pomocí mostku v ř. km. 0,918 nebo přímo ze silnice II/384 z levé strany, kdy bude zapotřebí vybudovat násyp.

4.3. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

4.3.1. OBJEKTY

Následuje popis jednotlivých objektů, jejichž poloha je určena dle ř. km.

Ř. km 0,688 – Příčný práh

Dřevěný příčný práh o výšce 19 cm, který zmírňuje sklon dna za výtokem ze sedimentační nádrže. Kóta horní hrany je 242,79 m n. m. Dno pod prahem má kótu 242,60 m n. m. Práh je bez opevnění. Průměr kulatiny je 17 cm. Práh nejeví větší známky poškození. Je uchycen v patě svahu dřevěnými pilotami.



Obr. 12: Příčný práh v ř. km 0,688 [A. Vyplél]

Ř. km 0,700 – Kamenný práh

Vyskládaný z kamenů, slouží jako přelivná hrana na výtoku sedimentační nádrže. Před ním je kamenný pohoz s urovnáním líce o velikosti kamene 40–50 cm jako opevnění na výtoku. Kamenný práh leží na kótě 243,03 m n. m.



Obr. 13: Kamenný pohoz v ř. km 0,700 [A. Vyplél]

Ř. km 0,860 – Balvanitý skluz

Je umístěný v nátoku do sedimentační nádrže. Sklon skluzové plochy je 1 : 6. Průměrná velikost kamene činí cca 50 cm.



Obr. 14: Balvanitý skluz v ř. km 0,680 [A. Vyplél]

Ř. km 0,882 – Příčný práh

Dřevěný příčný práh o výšce 23 cm, který zmírňuje sklon dna před vtokem do sedimentační nádrže. Kóta horní hrany je 244,59 m n. m. Dno pod prahem má kótu 244,36 m n. m. Práh je bez opevnění. Průměr kulatiny je 20 cm. Je uchycen v patě svahu dřevěnými pilotami.



Obr. 15: Příčný práh v ř. km 0,882

4.3.2. POPIS PŘÍČNÉHO ŘEZU

Na začátku úseku je koryto nepravidelné, kyneta je téměř nepatrná. V ř. km 0,632 až po ř. km 0,671 je pravý břeh znatelně vyšší než levý břeh (ve směru proudění), kde se rozkládá říční niva. V PF04 vznikla břehová nátrž, stejně tak i na levém břehu. Dále se výška obou břehů vyrovnává a koryto přechází do pravidelného lichoběžníkového tvaru sedimentační nádrže od PF06 až PF12 se sklonem svahů 1 : 3. PF13 se vyznačuje velkou šířkou ve dně a poměrně malým sklonem svahů. Zde se tok přibližuje k silnici, od které je oddělen na levém břehu svahem ve sklonu asi 1 : 2. Koryto dále přechází do lichoběžníkového tvaru, který přetrvává až do konce úseku v PF17 (ř. km 0,918). V ř. km 0,865 až 0,918 je levý břeh, tedy mezi korytem a silnicí, stabilizován kamenným pohozením. Jednotlivé řezy jsou prezentovány v příloze A4.



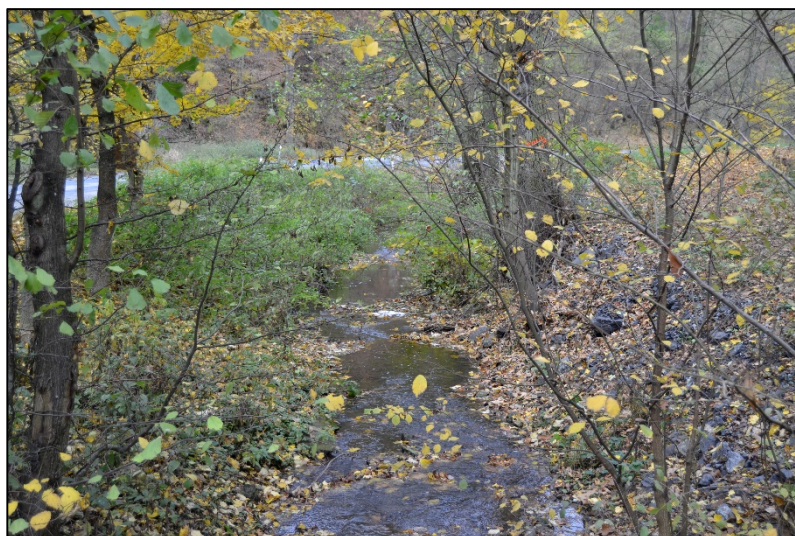
Obr. 16: Boční eroze břehu v ř. km 0,671 až 0,688 (PF04 a PF05) [A. Vyplél]



Obr. 17: Břehová nátrž v ř. km 0,671 (PF04) [A. Vyplél]



Obr. 18: KÚ v ř. km 0,918 (PF17) [A. Vyplél]



Obr. 19: Úsek toku v ř. km 0,882 až 0,918 (PF14 a PF17) [A. Vyplél]



Obr. 20: Kamenný pohoz v ř. km 0,865 až 0,918 (PF13 a PF17) [A. Vyplél]

4.3.3. POPIS PODÉLNÉHO SKLONU

V ř. km 0,632 až 0,688 je říční dno ve sklonu 7,1 ‰, kde je v horní části příčný práh s kótou dolního dna 242,60 m n. m. Horní hrana prahu je na kótě 242,79 m n. m. a dno pokračuje ve sklonu 21,80 ‰ ke kamennému prahu v ř. km 0,700. Dno před prahem ve směru proudění klesá ve sklonu 92,72 ‰ na kótu dna sedimentační nádrže 242,01 m n. m. Dno sedimentační nádrže pokračuje na stejné kótě až do staničení ř. km 0,853, kde dno stoupá ve sklonu 189,00 ‰ a nachází se zde balvanitý skluz. Nad balvanitým skluzem v ř. km 0,865 až 0,882 je dno ve sklonu 5,29 ‰. Následuje další příčný práh. Nad ním je vlivem sunutí sedimentů vymleté dno a sklon je tady proti směru proudění vody. Od ř. km 0,891 až po ř. km 0,918 je sklon již po směru. Průměrný sklon ř km 0,882 až 0,918 je 5,20 ‰. Podélný profil úseku toku je v příloze A3.

4.3.4. VLASTNICKÉ VZTAHY

Většina pozemků je ve vlastnictví státu a leží v katastru Bystrc 611778. Pozemek s parcelním číslem 5210 je v majetku MEDIAN, s.r.o. – viz tabulka 11, vyplývající z nahlédnutí do katastru nemovitostí.

Tab. 11: Přehled dotčených pozemků [17]

Parcelní číslo	Katastrální území	Výměra [m ²]	Druh pozemku	Vlastnické právo
5000/2	Bystrc	14 123	Vodní plocha – koryto toku	Česká republika
5010	Bystrc	4 435	Trvalý travní porost	Česká republika
5011	Bystrc	201 682	Lesní pozemek	Česká republika
5210	Bystrc	2 220	Trvalý travní porost	MEDIAN, s.r.o.
5194/3	Bystrc	12 755	Ostatní plocha – silnice	Česká republika

4.3.5. VELIKOST EFEKTIVNÍHO ZRNA

Při osobní prohlídce toku byla pořízena fotodokumentace říčního dna a efektivní zrno bylo stanoveno na 15 mm.



Obr. 21: Ukázka říčního sedimentu [A. Vyplél]

4.4. VLASTNÍ NÁVRH ÚPRAVY TOKU

4.4.1. PODÉLNÝ SKLON

Úpravy podélného sklonu jsou pojaty jako pročištění od sedimentů a prohrábka dna. V ř. km 0,632 až 0,688, tedy pod stávající příčný práh je sklon nivelety dna upraven na 8,40 ‰ při délce nivelety 56,0 m. Další úprava sklonu nivelety dna je nad stávajícím příčným prahem v ř. km 0,882 až 0,918. Sklon nivelety dna je zde navržen na 5,50 ‰ při délce nivelety 36,0 m – viz příloha A3. Sklon je v zájmovém úseku navržen tak, aby odpovídal okolnímu terénu, nenarušila kapacitu koryta na průtok $Q_1 = 5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

4.4.2. OPEVNĚNÍ

Opevnění můžeme rozdělit na vegetační a nevegetační a kombinované. Vegetační opevnění využívá stabilizačního účinku kořenového systému rostlin (travní drn, vodní rostliny, stromy), zatímco nevegetační využívá ke stabilizaci kámen, beton, mrtvé dřevo. Vzhledem k přírodnímu charakteru úpravy se dává přednost nevegetačního opevnění s kombinací s vegetačními prvky. Následující úpravy dávají přednost pružnému opevnění bez použití betonu. [2]

Ř. km 0,657 až 0,695 – Plůtek z tyčoviny

Obecně se plůtky z tyčoviny používají ke stabilizaci paty svahu břehu koryta nebo při ohrožení svažitých pozemků před možnou erozí či sesuvy. [5]

Celková délka plůtku je 38 m. Piloty z kůlů o průměru 100 mm jsou délky 1,2 m a jejich vzájemná vzdálenost je 1,5 m. Piloty jsou beraněny do země v místě paty v rýze hloubky 300 mm a šířky 200 mm. Na ně jsou potom horizontálně uchyceny 4 smrkové tyče o délce maximálně 3 m a průměru 100 mm, z nichž dvě jsou umístěny pod úrovní dna. Mezi plůtkem a šikmým svahem bude zásyp štěrkové frakce.

Svah nad plůtkem je upraven ve sklonu 1 : 2 a opatřen osetím.

Ř. km 0,664 až 0,676 – Kamenná rovnanina

Kamenná rovnanina je alternativa kamennému zdivu nasucho, ale více se blíží přírodě blízkému opatření a nebrání tak přirozené transformaci koryta. Kamenná zeď je z tohoto důvodu nevhodná. Kamenná rovnanina jako způsob technické stabilizace slouží zejména k zajištění břehové nátrže. Předpokládá provázání a ukládání jednotlivých kamenů. [2,5]

Ř. km 0,843 až 0,871 – Drátokamenná matrace

Tyto konstrukce (gabiony) se zřizují z košů vyrobené z ocelových pozinkovaných drátů, které se vyplňují kamenivem. Používá se typizovaných rozměrů košů nebo se mohou nechat vyrobit na zakázku. Kamenivo se skládá do košů na způsob kamenné rovnaniny, kameny musí mít rozměry větší než průměr drátěného pletiva. Nesmí dojít k sypání kameniva do košů, jinak se kamenivo uvolní a hrozí postupná destrukce. Gabiony jsou částečně pružné a jsou tedy schopné se přizpůsobit menším transformacím koryta. Jsou velmi vhodné pro stabilizaci pat svahů koryt souběžnými s pozemními komunikacemi. [5]

Celková délka drátokamenné matrace je 28 m v místě, kde koryto nejbližší hraničí s pozemní komunikací. Konstrukce bude založena 0,4 m pod úrovní dna, kde bude umístěna matrace výšky 0,4 m a šířky 4,0 m. Na ní je konstrukce o rozměru 2,0 m a výšce 1,0 m. Vrchní konečná vrstva matrace je o šířce 1,0 m a výšce 1,0 m. Velikost kamene je 30 cm – viz příloha A7.

Ř. km 0,871 až 0,918 – Kamenný zához

Záhozy jsou vhodné ke stabilizaci dna a pat svahů na delších úsecích. Jedná se o pružné opevnění, které nebrání v menší míře transformaci toku. Při poruše podloží je schopno se přeskupit, aniž by ztratilo stabilizační funkci. [2]

V ř. km 0,871 až 0,918 se nachází na levém břehu kamenný pohoz, který dle návrhu bude obnoven formou kamenného záhozu s kamenem o velikosti do 30 cm. Zához bude v celé délce vsypán do připravené rýhy v patě svahu a líc bude urovnán ve sklonu 1 : 1,5 – viz příloha A9, A10, A11.

4.4.3. OBJEKTY NA TOKU

Ř. km 0,882 – Příčný práh

Z důvodu obnovy opevnění v ř. km 0,871 až 0,918 a možného poškození se nabízí rekonstrukce dřevěného příčného prahu v ř. km. 0,882. Základem je kulatina délky 6,8 m o průměru 300 mm, jejíž horní hrana je na kótě 244,60 m n. m. a složí jako přelivná hrana. Práh je na místě stabilizován dvěma pilotami o délce 1,2 m a průměru 120 mm v osově vzdálenosti 2,1 m. Na obou březích je zavázán do kapes tvořených kamenným záhozem o velikosti kamene 30 – 40 cm. Na levém břehu je zához součástí již provedené stabilizace, je tedy nutné práh umístit přednostně. Svah je upraven ve sklonu 1:2 a opatřen osetím. Detailní popis viz příloha A8.

4.5. NÁVRH VEGETAČNÍHO DOPROVODU

Tekoucí voda a rostoucí dřevina bývají faktory, které podrobují koryto toku stálým změnám a vývoji. S malými náklady lze řízením tohoto vývoje uspořádat jeho stav. V případě vegetačního porostu začíná jeho vliv na stav vodního toku již při výsadbě sazenic, jejich postupná údržba, likvidace nevhodně umístěných a nemocných jedinců a následná péče o vzešlý porost. Porosty se zakládají na sponu, tzn. jsou umístěny vhodně tak, aby vznikl časný kořenový zápoj a byl celkově zaručen dobrý vývoj sazenice. Hustá výsadba růst dřevin zpožďuje. Nemocné nebo nějak poškozené dřeviny je třeba odstraňovat. Poškození u vodních toků často bývá po ledochodu a je nutné na to pamatovat, neboť stromy potom mohou být náchylné na plísňové choroby kořenů. [7]

V případě zakládání nových břehových porostů dřevin je nutné pamatovat na to, aby později silné kořeny nezasahovaly do vodního koryta a nedocházelo k jeho zúžení, popř. včas výsadby zmlazovat nebo obměňovat. K vegetačně zpevněným korytům přistupujeme z důvodu značné odolnosti vůči značným rychlostem vody při zvýšených průtocích, kdy kamenná stabilizace selže. Navíc je vhodná vegetace příkladem začlenění do krajiny a zachovává přirozený charakter upravených toků. [7]

Obecnými funkcemi vegetačního doprovodu mohou být:

- ochrana proti erozi a abrazi,
- ochrana proti zanášení říčního koryta,
- ochrana proti přímým slunečním světlem a zarůstáním
- podpora samočisticí schopnosti vody
- útočiště pro živočichy
- estetická funkce
- rekreační funkce
- hygienická funkce
- tvorba přirozeného biokoridoru. [8]

Na základě osobní prohlídky zájmového území byl navržen vegetační doprovod v okolí sedimentační nádrže. Komplexních metod posouzení vegetačního doprovodu

nebylo využito z důvodu jednoduché vegetační skladby v zájmovém území související s návazností na stálý lesní porost. Byly posuzovány jen výskyty nevhodných umístění dřevin. V ř. km 0,632 až 0,671 a 0,882 až 0,918 je přistoupeno k likvidaci dřevin, které zasahují do říčního koryta (v patě svahu) a nesplňují tak stabilizační funkci svahu. Zároveň ve zmíněné vodoteči je keřové patro obohaceno svídou krvavou (*Cornus sanguinea*). Cílená výsadba břehové vegetace je v eulitorálním pásmu nad hladinou průtoku Q_{150d}, vyjma rostlin zóny rákosin.

4.5.1. TRAVNÍ POROST

Travní porost vysetý na břehu toku vytváří zpevnění půdního povrchu a v určité míře chrání břeh proti erozi. Zakládání travního porostu bude výsevem zejména v eulitorálním pásmu a výše v případech, kde zatravněné plochy nejsou. Jako travní směs bude použita směs lipnice luční, a lipnice úrodné. Supralitorální pásmo a širší okolí toku bude oseto směsí s jetelem bílým, lipnicí úrodnou a kostřavou červenou. [8]

V sublitorálním pásmu břehového porostu zejména sedimentační nádrže budou vysazeny doplňkové rostliny zóny rákosin – puškvorec obecný (*Acorus calamus*) a rákos obecný (*Phragmites communis*). [8]

Puškvorec vyžaduje občasné zatopení při hloubce vody 0,2 až 0,3 m, rákos potřebuje k růstu celoroční trvalé zatopení do hloubky maximálně 2 m. [2]

4.5.2. PŘEHLED MOŽNÝCH DRUHŮ DŘEVIN

Hlavní funkce břehového porostu je především zpevnění svahu kynety říčního koryta, kdy dbáme na to, aby kořenový systém zabezpečoval stabilizaci nejvíce namáhaných částí koryta. [8]

Následující seznam obsahuje dřeviny vhodné jako břehový porost, dále dřeviny vhodné pro vegetační doprovod toku za břehovou čarou, které dorůstají do různé výšky a budou tak navazovat na okolní lesní porost – viz příloha A12. Vrba porůční (*Salix fluvialis*) je s vědomím nepůvodního druhu navržena pouze v místě největšího namáhání proudící vodou, tzn. při pravém břehu balvanitého skluzu u vtoku do sedimentační nádrže.

Výsadba vegetačního doprovodu je hustší na pravém břehu, sedimentační nádrž tedy zůstává přístupná zleva, ale přístupnost pro účely těžby sedimentů je po výsadbě zachována i z pravé strany.

Habr obecný – *Carpinus betulus*

Strom středních rozměrů. Dosahuje až 25 m výšky a průměru kmene 0,75 m. Dožívá se asi 150 let, někdy i více. Má velmi vydatnou výmladkovou schopnost. Přednost dává stanovištím vlhčím, např. dna údolí, okraje luhů a stinné svahy; vyskytuje se i v suchých, slunných a v létě vysychajících podkladech. Nesnáší pravidelné záplavy, ale najdeme ho na okrajích zaplavovaných částí. Kořenový systém je hlubší srdčitého tvaru – nejsilnější kořeny postupují nejdříve při povrchu a potom směřují do větších hloubek.

Tam, kde jsou mělké půdy, bývá zakořenění mělké a může docházet k vývratům. Hloubka prokořenění závisí na prohřátí půdy. Silné vzpěrné kořeny vznikají při nemožnosti rozvoje kořenového systému do šířky. [7]

Jasan ztepilý – *Flaxinus excelsior*

Strom velkých rozměrů až 40 cm výšky a průměru kmene až 1,5 m se může dožít až 250 let. Disponuje výbornou tvorbou výmladků z pařezů i kořenových náběhů. Vyžaduje dostatek vláhy, světla a nitrofilní prostředí. Na počátku vegetačního období snáší částečné zaplavení, dlouhodobě však ne. Silné kořeny směřují nejprve do stran, potom do hloubky. Vytváří hustou síť povrchových kořenů, které jsou schopny zpevnit plochu až 200 m². Kompaktní kořenový systém při ose vodních toků vytváří dlouhé kořenové výhony až 10 m dlouhé. [7]

Jeřáb ptačí – *Sorbus aucuparia*

Strom menšího vzrůstu se štíhlou, řídkou korunou a rovným kmenem. Dosahuje výšky 10 – 15 m, průměru kmene do 0,5 m a dožívá se až 150 let. Výmladky dobře rostou intenzivně z kořenových náběhů. V mládí snáší dobře zástin, jinak celkově světlomilná dřevina. Udrží se jak na zamokřených půdách, tak i na skalách a sušších místech. Zápavy nesnáší, naopak není choulostivý při poklesu hladiny spodní vody. Kořenový systém je dobře vyvinutý na hlubokých, prohřátých půdách se silnými postranními kořeny, které spolu s hlavními kořeny vytváří srdčitý systém, na skalách dobře upevňují dřevinu i mělce i v hloubce pouze 20 cm. [7]

Jilm habrolistý – *Ulmus minor*

Rozměrný strom se štíhlým kmenem a bohatou korunou. Typicky dosahuje 25 – 40 m výšky a průměr kmene mnohdy činí 1,5 m. Tvoří hojně kořenové výmladky a to i po pokácení ze zbylého pařezu. Může tak vytvářet propojený vegetativní porost. Ve stáří mu vyhovuje polostín, nitrofilní prostředí. Je závislý na výšce hladiny podzemní vody a to významně. [7]

Olše lepkavá – *Alnus glutinosa*

Mohutný strom dorůstající výšky až 35 m s kmenem 1,5 m v průměru. Maximální výšky dosahuje již po 80 letech, velmi ojediněle dosahuje stáří 100 let. Na pařezu je schopna výborné tvorby výmladků, zejména na kořenových náběžích. Kořenové výmladky netvoří. Má vysoké nároky na vláhu v půdě a světlo. Vyskytuje se i tam, kde je HPV trvale v úrovni terénu. V době vegetačního klidu snáší záplavy velmi dobře, trvale ale zaplavena být nesmí. Hodí se tam, kde je stálá HPV, neboť její kolísání olše snáší špatně a postupně vymizí z porostu v místech regulovaných toků a odvodnění nebo vodních nádrží. Pokud je režim HPV přirozený, vytváří srdčitý kořenový systém, který je velmi intenzivní. Při HPV blízko povrchu terénu vytváří mělký kořenový systém. [7]

Svída krvavá – *Cornus sanguinea*

Dorůstá do výšky až 7 m, vytváří bohaté větvení s červenozelenými větvíčkami a bílými květy, černými plody. Je velmi přizpůsobivá, množí se kořenovými výběžky. Vydrží na slunných stanovištích i v zástinu na vláhou zásobených půdách. Dekorativní druh odolný vůči zvěři. [8]

Vrba bílá – *Salix alba*

Rozměrný strom tvořící rovný kmen a metlovitou korunu. Je schopen dorůst výšky až 30 metrů s kmenem v průměru až 2 m. Může se dožít až 100 let. Vyniká tvorbou výmladků na pařezu a kdekoliv na kmeni, nevytváří však kořenové výmladky. Koření dobře z řízků. Není vhodný do zástinu, daří se mu na světlých stanovištích. Dobře snáší záplavy během vegetační doby a kolísání HPV i trvale zamokřené půdy. Prakticky jediný domácí druh, který je přirozeně odolný vůči záplavám i několikaletého zatopení. Kořenový systém je mělký, zato dosahuje do velké vzdálenosti od kmene, který se dobře upevňuje i v rozbředlé půdě a bažině. Jemnější kořeny dobře zabraňují podemílání, jejich obnažování obecně nevádí. Kořeny obráží i v nové vrstvě naplavenin. [7]

Vrba popelavá – *Salix cinerea*

Hustý keř dorůstající do výšky 2 – 4 m s bohatě rozvětvenými větvemi. Má chlupaté střídavé listy, které jsou podlouhle obvejčité. Převážně světlomilný druh, který snáší zástin jen částečně. Nejčastěji roste podél toků a tůní, na zamokřených loukách a stanovištích s hlinitopísčitými až hlinitými půdami. Odolná vůči záplavám. Hodí se tam, kde potřebujeme připravit lepší životní podmínky pro nástup další dřevinné vegetace. Vysazuje se pro břehové a také pro doprovodné porosty. Vytváří plochý, ale rozsáhlý kořenový systém. Využívá se hlavně k ochraně břehů. Protože je její pařezová výmladnost značná a růst rychlý, musí se pravidelně seřezávat. [8]

Vrba porýččí – *Salix fluviatilis*

Keřovitá rostlina, která vytváří souvislý metlovitý porost až do výšky 5 m, má dlouhé plstnaté listy. Světlomilná dřevina, rostoucí na neutrálních nebo bohatších půdách. Nevadí ji dlouhodobé zátopy, nejvíce jí vyhovuje blízkost HPV. Výborně prokořeňuje půdu do hloubky asi 20 cm, kde vytváří kořenový koberec, odkud se dále šíří velmi intenzivně kořenovými výmladky, poničení ledochodem ani polámání jí nevádí, naopak podporuje další tvorbu výmladků. Používá se nejčastěji k ochraně břehů údolních nádrží proti abrazi, přestože jde o invazivní neautochtonní druh. Na užších tocích je nutné dřevinu pravidelně seřezávat. Výhodně zpevňuje a zakrývá kamenné záhozy, avšak pro svou bujnou výmladnost nelze použít v blízkosti staveb. [7]

Tab. 12: Výběrová kritéria doprovodného porostu [8]

Název český	Název latinsky	A	D	B	N	E	VZ	D5	K	S	M
Habr obecný	Carpinus betulus	A	A	N	A	N	25	A	N	A	A
Jasan ztepilý	Fraxinus excelsior	A	A	A	A	N	40	A	N	A	A
Jeřáb ptačí	Sorbus aucuparia	A	A	N	A	A	20	A	N	A	A
Jilm habrolistý	Ulmus minor	A	A	A	A	A	35	A	N	A	A
Olše lepkavá	Alnus glutinosa	A	A	A	A	A	35	A	N	A	A
Svída krvavá	Cornus sanguinea	A	A	A	A	A	7	A	A	N	A
Vrba bílá	Salix alba	A	A	A	A	A	30	A	N	A	A
Vrba popelavá	Salix cinerea	A	A	A	A	A	4	A	A	N	A
Vrba porýčnická	Salix fluviatilis	N	A	A	A	A	5	A	A	N	A

Legenda:	A	autochtonní dřevina
	D	dřevina vhodná jako doprovodný porost
	B	dřevina vhodná jako břehový porost
	N	dřevina odolná nemocem
	E	dřevina odolná emisím
	VZ	vzrůst dřeviny [m]
	D5	Dřevina roste do 500 m n. m.
	K	roste jako keř
	S	roste jako strom
	M	mrazuvzdorná dřevina

A = ANO, vhodná

N = NE, méně vhodná či nevhodná

5. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

Součástí výpočtů je posouzení kapacity stávajícího stavu koryta v programu HEC–RAS 4.1.0. Dále bylo provedeno posouzení stávajícího balvanitého skluzu.

5.1. VÝPOČET V PROGRAMU HEC-RAS

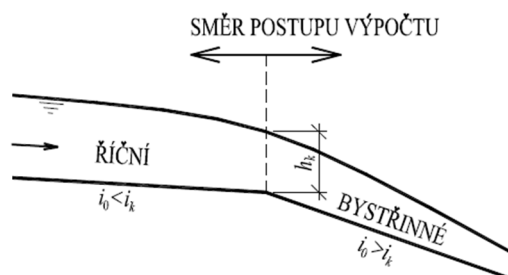
Pro výpočet kapacity koryta toku Veverka v zájmovém území bylo využito volně stažitelného programu HEC–RAS (z ang. Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) verze 4.1.0., který byl vyvinut ministerstvem obrany USA. Tento software umožňuje uživateli provádět jednorozměrný hydraulický výpočet ustáleného a neustáleného proudění, dále pak analýzu kvality vody nebo transport sedimentů. Výsledkem může být například výpočet výšky hladiny, rychlosti proudění, Froudova čísla, sklonu čáry energie.

5.1.1. METODA VÝPOČTU

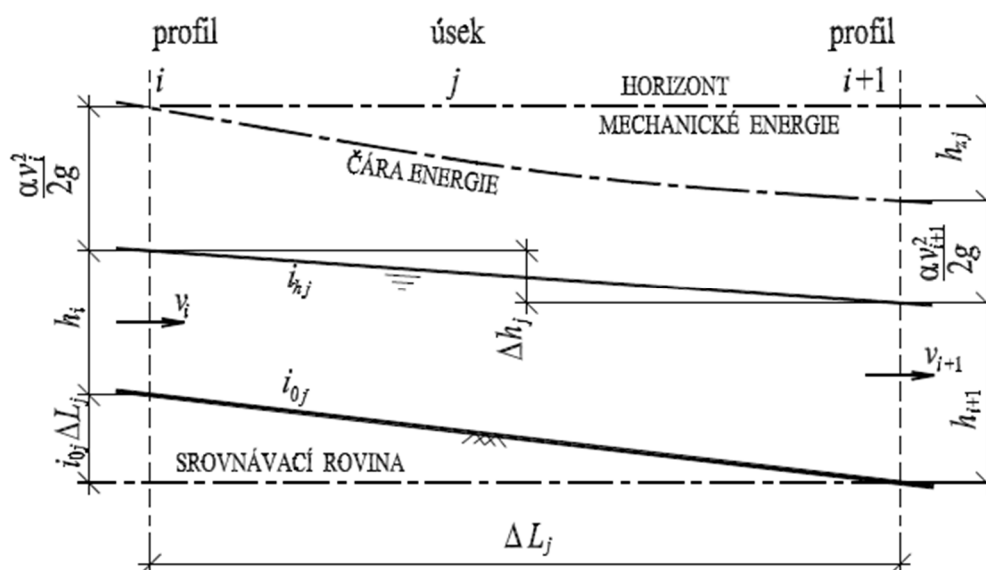
Pro výpočet kapacity koryta v programu HEC–RAS v jednotlivých profilech je použit 1D model ustáleného nerovnoměrného proudění, kde uplatňuje tzv. metoda po úsecích. Metoda spočívá v rozdělení řešeného úseku koryta na úseky, které od sebe dělí jednotlivé průtočné profily. Využívá se v případě změny rychlosti a průtočné plochy po délce toku v daných profilech, s konstantním průtokem. Rychlost a průtočná plocha se po délce toku mění vlivem změny drsnosti břehů i dna a sklonu dna koryta i změnami samotných příčných profilů.

Na úsecích, které jsou vymezeny jednotlivými profilem, dochází ke ztrátám energie vlivem místních ztrát a ztrát třením. Ztráty třením vznikají třením o stěny profilu a vzájemně mezi jednotlivými proudovými vlákny, místní ztráty vznikají následkem změny průtočného profilu.

Při bystřinném proudění výpočet postupuje po proudu a při říčním proudění proti proudu.



Obr. 22: Směr výpočtu při řešení nerovnoměrného proudění [10]



Obr. 23: Schéma pro výpočet nerovnoměrného proudění [10]

Bernoulliho rovnici pro daný úsek lze napsat:

$$i_{0j} \cdot \Delta L_j + h_i + \frac{\alpha v_i^2}{2g} = h_{i+1} + \frac{\alpha v_{i+1}^2}{2g} + h_{zj}, \quad (5.1)$$

kde: i_{0j} průměrný podélný sklon koryta v úseku mezi profily [-]
 ΔL_j délka úseku [m]
 $h_i; h_{i+1}$ hloubka vody v profilu [m]
 α Coriolisovo číslo [-]
 $v_i; v_{i+1}$ průtočná rychlost [m.s⁻¹]
 h_{zi} ztrátová výška mechanické energie v daném úseku [m]

$$h_{zj} = h_{tj} + h_{mj}, \quad (5.2)$$

kde: h_{tj} ztráty třením po délce [m]

$$h_{tj} = i_{pj} \cdot \Delta L_j, \quad (5.3)$$

kde: i_{pj} průměrný sklon čáry energie [-]
 h_{mj} místní ztráty [m]

$$h_{mj} = \xi \left| \frac{\alpha v_{i+1}^2 - \alpha v_i^2}{2g} \right|, \quad (5.4)$$

kde: ξ součinitel místní ztráty

Sklon čáry energie vyjádříme z Chezyho rovnice:

$$i_{pj} = \frac{Q^2}{S_{pj}^2 C_{pj}^2 R_{pj}}, \quad (5.5)$$

kde: Q průtok daným úsekem [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
 S_{pj} průměrná hodnota průtočné plochy mezi sousedními profily [m^2]
 C_{pj} průměrná hodnota Chezyho rychlostního součinitele mezi sousedními profily [$\text{m}^{0,5} \cdot \text{s}^{-1}$]
 R_{pj} průměrná hodnota hydraulického poloměru mezi sousedními profily [m]

$$S_{pj} = \frac{S_i + S_{i+1}}{2}, \quad (5.6)$$

$$C_{pj} = \frac{C_i + C_{i+1}}{2}, \quad (5.7)$$

$$R_{pj} = \frac{R_i + R_{i+1}}{2}, \quad (5.8)$$

Hydraulický poloměr je definován jako:

$$R = \frac{S}{O}, \quad (5.9)$$

kde: A průměrná plocha profilu [m^2]
 O omočený obvod [m]

Chezyho rychlostní součinitel se vypočítá podle vztahu Manninga:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}, \quad (5.10)$$

kde: n součinitel drsnosti koryta [-]

Při výpočtu průběhu hladiny se řešený úsek rozdělí na jednotlivé úseky o délkách ΔL_j . Úseky jsou definovány průměrným příčným profilem, který se určí z hodnot S_i , v_i v horním profilu a S_{i+1} , v_{i+1} v dolním profilu. Průměrný sklon dna je i_{oj} a ztrátová výška h_{zj} .

5.1.2. PODKLADY PRO VÝPOČET

Pro výpočet byly zapotřebí geodetické údaje zájmového úseku toku včetně podélného profilu a příčných profilů. Dále byla využita hydrologická data z ČHMÚ.

5.1.3. VSTUPNÍ DATA

Řešený úsek toku Veverka byl rozdělen 17 příčnými profily. Celková délka staničení je 286,60 m. Sedimentační nádrž má vodorovné dno. Sklon dna v dolním profilu toku je 7,1 ‰. Pro PF01 je nadmořská výška dna 242,20 m n. m. Nadmořská výška dna v PF17 je 244,75 m n. m.

Drsnost koryta byla určena zvláště pro dno a pro svahy. Při určování bylo přihlédnuto k osobní prohlídce toku a následně se určila drsnost z tabulek dle Výbory. [19]

Do modelu jsou také zahrnuty dva spádové stupně v ř. km 0,688 a 0,882. Pro posouzení kapacity koryta byl zvolen průtok Q_1 . Hydrologická data N-letých průtoků jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tab. 13: Vstupní data do programu HEC-RAS

PF	ZÚ	KÚ	VZDÁLENOST	SOUČINITEL DRSNOSTI n		
[-]	[km]	[km]	[m]	LB	DNO	PB
1	0,632	0,652	20	0,040	0,033	0,040
2	0,652	0,657	5	0,040	0,033	0,040
3	0,657	0,671	14	0,040	0,033	0,040
4	0,671	0,688	17	0,040	0,033	0,040
5	0,688	0,700	22	0,040	0,033	0,040
6	0,700	0,710	12	0,040	0,033	0,040
7	0,710	0,740	30	0,040	0,033	0,040
8	0,740	0,770	30	0,040	0,033	0,040
9	0,770	0,800	30	0,040	0,033	0,040
10	0,800	0,830	30	0,040	0,033	0,040
11	0,830	0,860	30	0,040	0,033	0,040
12	0,860	0,865	5	0,040	0,033	0,040
13	0,865	0,882	17	0,040	0,033	0,040
14	0,882	0,891	9	0,040	0,033	0,040
15	0,891	0,903	12	0,040	0,033	0,040
16	0,903	0,918	15	0,040	0,033	0,040
17	0,918	0,930	12	0,040	0,033	0,040

5.1.4. VÝSTUPNÍ DATA

Výpočet byl proveden pro ustálené nerovnoměrné proudění. Pro ověření kapacity byl nejprve zvolen průtok $Q_1 = 5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Tabulka 14 obsahuje hydraulické údaje pro jednotlivé profily, odpovídající průtoku Q_1 .

Tab. 14: Výstupní data ze stanovení kapacity koryta z programu HEC-RAS.

Staničení	Profil	Kóta dna	Kóta hladiny	Kritická hloubka	Kóta čáry energie	Sklon čáry energie	Rychlost proudění	Plocha	Kóta pravý břeh	Kóta levý břeh
[km]	[-]	[m n. m.]	[m n. m.]	[m n. m.]	[m n. m.]	[m/m]	[m n. m.]	[m ²]	[m n. m.]	[m n. m.]
0.632	1	242.20	242.92	242.75	243.00	0.00710	1.24	4.03	243.59	243.34
0.652	2	242.18	243.02		243.11	0.00612	1.28	3.92	244.60	244.02
0.657	3	242.29	243.04	242.98	243.21	0.01672	2.03	2.47	244.54	243.88
0.671	4	242.39	243.25		243.34	0.00532	1.31	3.80	244.92	244.86
0.688	5	242.60	243.49	243.42	243.63	0.01764	1.96	2.55	245.87	244.37
0.700	6	243.03	243.79		243.87	0.00509	1.23	4.08	246.01	244.64
0.710	7	242.01	243.88		243.88	0.00017	0.33	15.06	245.21	244.82
0.740	8	242.01	243.89		243.89	0.00002	0.14	34.71	245.82	245.16
0.770	9	242.01	243.89		243.89	0.00002	0.14	36.44	245.59	245.99
0.800	10	242.01	243.89		243.89	0.00002	0.15	32.71	245.61	245.46
0.830	11	242.01	243.89		243.89	0.00012	0.30	16.51	245.99	246.55
0.860	12	243.31	244.05		244.24	0.02289	1.91	2.61	246.20	246.20
0.865	13	244.27	244.78		244.90	0.02170	1.57	3.18	245.61	246.21
0.882	14	244.36	245.21		245.36	0.02088	2.09	2.39	246.31	246.19
0.891	15	244.60	245.43	242.20	245.55	0.00910	1.52	3.28	246.13	246.39
0.903	16	244.64	245.54		245.63	0.00495	1.30	3.85	245.76	245.81
0.918	17	244.75	245.62		245.72	0.00674	1.43	3.49	246.35	245.96

Z tabulky lze usuzovat, že kóta hladiny nikde nepřekročí kótu levého a pravého břehu. Koryto tedy bezpečně převede průtok Q_1 a je dostatečně kapacitní.

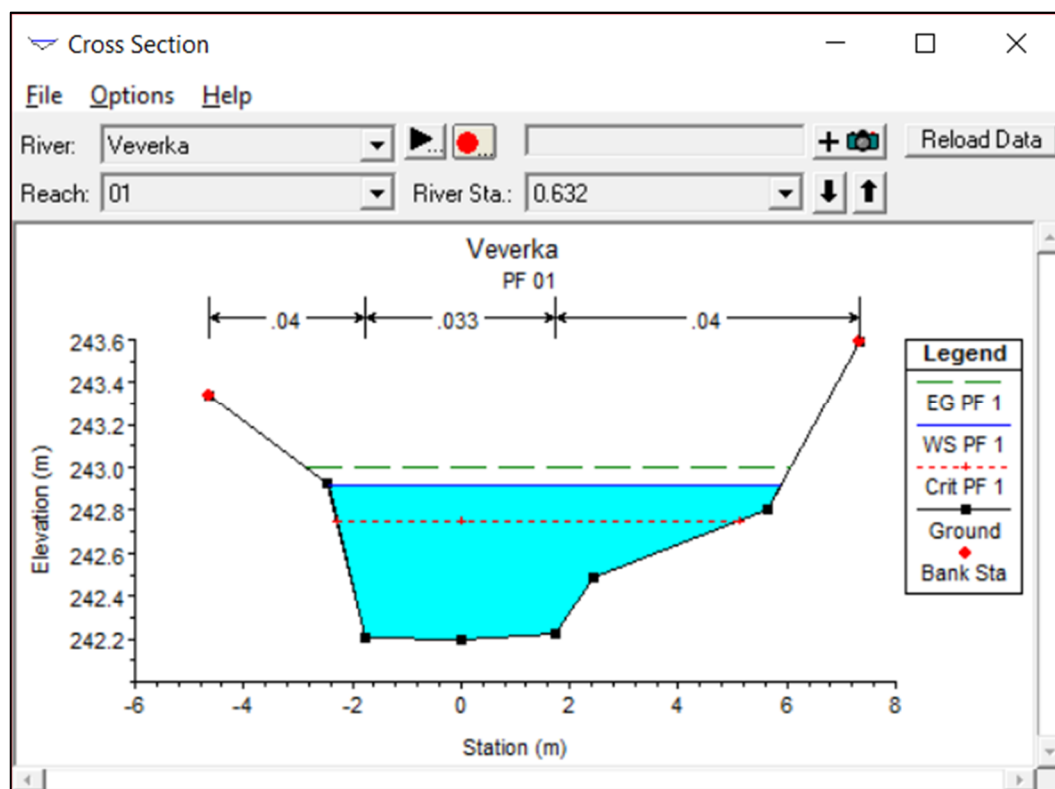
Pro porovnání byl proveden výpočet s průtokem Q_5 (viz tab. 15).

Tab. 15: Výstupní data z programu HEC–RAS pro $Q_5 = 12,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

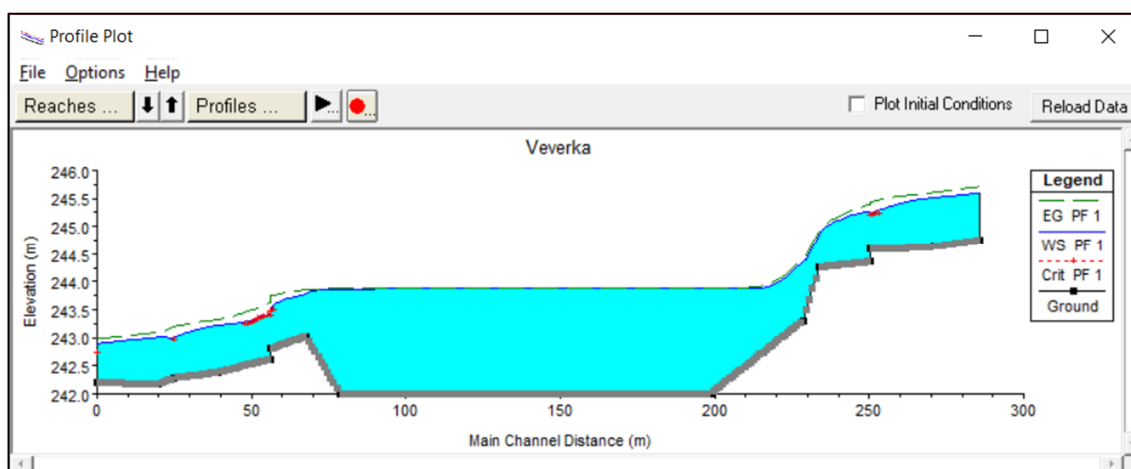
Staničení	Profil	Kóta dna	Kóta hladiny	Kritická hloubka	Kóta čáry energie	Sklon čáry energie	Rychlost proudění	Plocha	Kóta pravý břeh	Kóta levý břeh
[km]	[-]	[m n. m.]	[m n. m.]	[m n. m.]	[m n. m.]	[m/m]	[m n. m.]	[m ²]	[m n. m.]	[m n. m.]
0.632	1	242.20	243.32	243.06	243.44	0.00710	1.56	7.93	243.59	243.34
0.652	2	242.18	243.44		243.55	0.00598	1.50	8.28	244.60	244.02
0.657	3	242.29	243.43	243.42	243.63	0.01706	1.99	6.24	244.54	243.88
0.671	4	242.39	243.67		243.76	0.00589	1.32	9.43	244.92	244.86
0.688	5	242.60	243.79	243.79	244.06	0.01944	2.33	5.33	245.87	244.37
0.700	6	243.03	244.23		244.35	0.00504	1.52	8.13	246.01	244.64
0.710	7	242.01	244.36		244.37	0.00041	0.52	24.06	245.21	244.82
0.740	8	242.01	244.37		244.38	0.00005	0.26	47.86	245.82	245.16
0.770	9	242.01	244.38		244.38	0.00004	0.25	50.53	245.59	245.99
0.800	10	242.01	244.38		244.38	0.00005	0.28	44.79	245.61	245.46
0.830	11	242.01	244.37		244.39	0.00027	0.51	24.27	245.99	246.55
0.860	12	243.31	244.37		244.64	0.02077	0.90	5.36	246.20	246.20
0.865	13	244.27	245.22		245.21	0.01887	2.03	6.10	245.61	246.21
0.882	14	244.36	245.53	245.53	245.86	0.01997	2.52	4.92	246.31	246.19
0.891	15	244.60	245.80		246.02	0.00972	2.03	6.09	246.13	246.39
0.903	16	244.64	245.93		246.11	0.00691	1.88	6.60	245.76	245.81
0.918	17	244.75	246.04		246.21	0.00745	1.85	6.69	246.35	245.96

V profilu ř. km 0,903 a 0,918 se hladina pohybuje nad břehovými čarami, kdy dojde k rozlivu u PF17 u levého břehu a u PF16 u obou břehů.

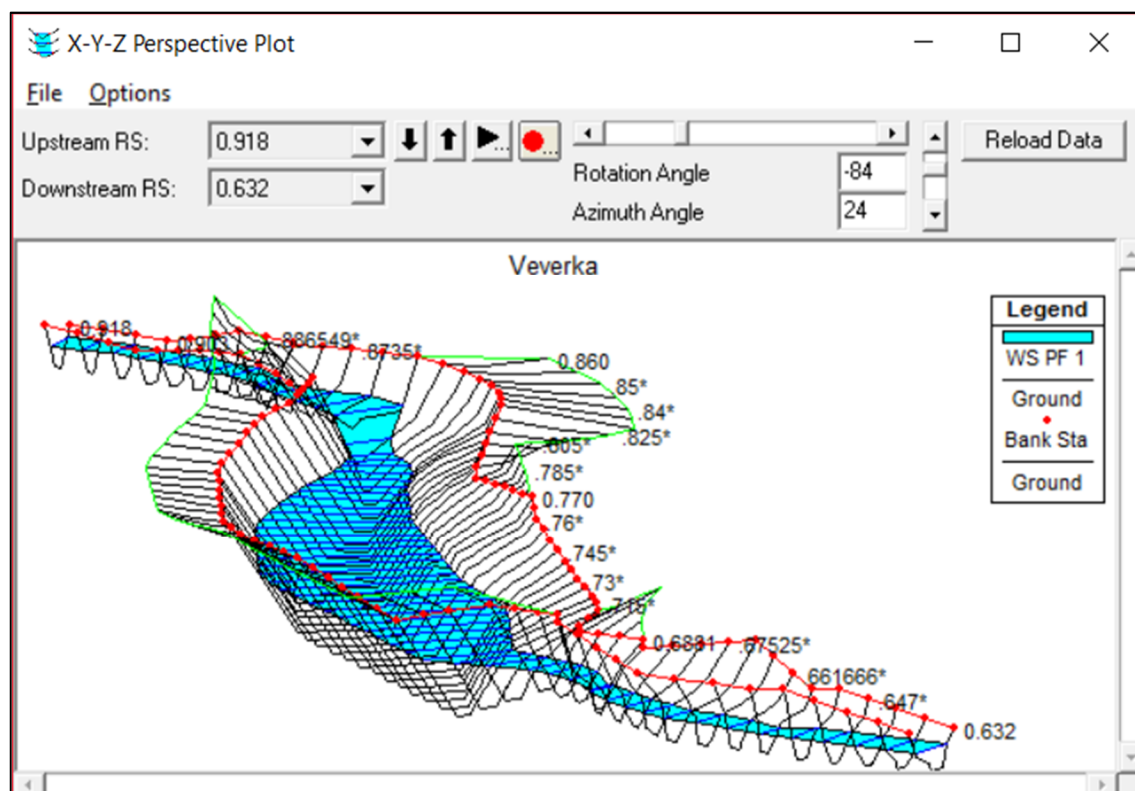
Výstupem programu HEC–RAS je také vykreslení průběhů hladin v podélném profilu, výšky hladiny v jednotlivých příčných profilech a další hydraulické údaje, zpracované do tabulek výše v této kapitole.



Obr. 24: Grafický výstup profilu PF01 z programu HEC-RAS



Obr. 25: Grafický výstup podélného profilu z programu HEC-RAS pro Q_1



Obr. 26: Ukázka prostorového zobrazení s interpolovanými meziprofily při Q_1

5.2. POSOUZENÍ BALVANITÉHO SKLUZU

V zájmovém území se nachází v ř. km 0,860 balvanitý skluz pro překonání rozdílu nivelety dna v oblasti vtoku do sedimentační nádrže.

Pro ověření stability skluzové plochy byl použit program MS Excel. Návrhový průtok byl stanoven na $Q_1 = 5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Výpočet je uveden v příloze B1. Byl proveden výpočet vymílací rychlosti.

Parametry říčního koryta byly převzaty příčných profilů PF13. Balvanitý skluz byl uvažován jako PF12.

5.2.1. STANOVENÍ VYMÍLACÍ RYCHLOSTI

Z geodetického zaměření byl zjištěn sklon stávajícího balvanitého skluzu 1:6. Větší sklony skluzu jsou nevhodné z hlediska utlumení kinetické energie a stability kameniva. K ověření stability skluzové plochy je potřeba stanovit vymílací rychlost. Skluz je stabilní, pokud platí:

$$v_s < v_{vs}, \quad (5.11)$$

kde: v_s střední profilová rychlost na skluzu [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
 v_{vs} vymílací rychlost na skluzu [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

$$v_{vs} = 6,8 \cdot D^{1/3} \cdot h^{1/6} \cdot C_s^{1/2}, \quad (5.12)$$

kde: D rozměr kameniva [m]
h hloubka vody na skluzu [m]
Cs součinitel vlivu sklonu skluzu na stabilitu kamene [-]

Pro skluz ve sklonu 1:6 je hodnota $C_s = 0,8083$. Podle výpočtu skluz vyhoví podmínce a skluzová plocha je stabilní:

$$v_s < v_{vs}$$

$$1,26 < 4,25 \quad \text{VYHOVUJE}$$

6. ZÁVĚR

Bakalářská práce je zaměřena na návrh úpravy vodního toku Veverka v ř. km. 0,632 až 0,918. Úsek se nachází v katastrálním území Brno-Bystrc v Jihomoravském kraji. Vzhledem k malému povodí toku 30,92 km² je průtokový režim charakteristický velkými výkyvy a koryto je nestabilní a podléhá změnám.

Úprava toku je zaměřena především na stabilizaci břehů toku na základě místních poměrů toku, které byly vyzorovány osobní prohlídkou zájmového území.

V programu HEC-RAS je proveden výpočet kapacity koryta na jednoletý průtok Q_1 . Původní koryto je dostatečně kapacitní pro tento průtok a nedošlo tedy k žádným zásahům do příčného profilu koryta, pouze došlo prohrábce dna a tedy úpravě nivelety dna.

Balvanitý skluz na vtoku do sedimentační nádrže je posouzen na stabilitu skluzové plochy a stanovena vymílací rychlost. Skluz vyhoví podmínce na vymílací rychlost a je tedy stabilní.

Návrh stabilizace břehů reflektuje potřeby nápravy břehového poškození, ale také obsahuje preventivní opatření do budoucna. Jedním z nich je drátokamenná matrace, která zajišťuje stabilitu silničního tělesa pozemní komunikace č. II/384 a dále kamenný zához v místě, kde je tok v bezprostřední blízkosti komunikace a silniční těleso je tak chráněno. Součástí je i možná rekonstrukce příčného dřevěného prahu, jehož stávající varianta může být poškozena vlivem výstavby záhozu.

Mezi další opatření patří dřevěný plůtek z tyčoviny, který zabraňuje boční erozi břehu, hraničícího se soukromým pozemkem a dále kamenná rovinanina, která slouží ke stabilizaci břehové nádrže.

V souvislosti s absencí vegetačního doprovodu kolem toku v místě sedimentační nádrže byl navržen vhodný vegetační doprovod a břehový porost se skladbou keřového a stromového patra. Pro účely vyššího stabilizačního účinku, zejména kolem balvanitého skluzu, je využito vrby poříční, u které jsou zdokumentovány nejvýhodnější vlastnosti pro tento účel, přestože jde o zavlečený druh. Pro účely těžby sedimentů z nádrže je přístupnost zachována.

Cílem bakalářské práce je úprava toku zaměřená na návrh stabilizačních prvků břehů toku a zachycení tak místních závad a poškození vyplývající ze současného stavu, ale i snaha navrhnout preventivní opatření v souvislosti s dalším vývojem toku.

POUŽITÁ LITERATURA A INTERNETOVÉ ZDROJE

- [1] CULEK, Martin. *Biogeografické regiony České republiky*. Brno: Masarykova univerzita, 2013. ISBN 978-80-210-6693-9.
- [2] KRAVKA, Miroslav. *Úpravy malých vodních toků v krajině a lesnické meliorace*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2009. ISBN 978-80-7375-337-5.
- [3] VOKOUN, J. A KOL., 2002. *Příručka pro průzkum lesních půd - Taxonomický klasifikační systém půd ČR (Jan Němeček a kol.) v lesnické praxi*. Brandýs nad Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 43 s.
- [4] QUITT, E. 1971. *Klimatické oblasti Československa*. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1971. 82 s.
- [5] HANÁK, Karel. *Stavby pro plnění funkcí lesa*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2008. Technická knižnice (ČKAIT). ISBN 978-80-87093-76-4.
- [6] ŠLEZINGR, Miloslav. *Brněnská přehrada a lidé kolem ní*. Brno: Vysoké učení technické, 1998. ISBN 80-214-1127-9.
- [7] ÚRADNÍČEK, Luboš a Miloslav ŠLEZINGR. *Stabilizace břehů: za využití armované zemní konstrukce s podporou kořenových systémů dřevin*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. ISBN 978-80-7204-550-1.
- [8] ŠLEZINGR, Miloslav a Luboš ÚRADNÍČEK. *Vegetační doprovod vodních toků*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2009. ISBN 978-80-7375-349-8.
- [9] JŮVA, Karel, Václav TLAPÁK a Antonín HRABAL. *Malé vodní toky*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1984.
- [10] JANDORA, Jan a Jan ŠULC. *Hydraulika: modul 01*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007, 178 s. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. ISBN 978-80-7204-512-9.
- [11] *Revitalizační opatření na vodním toku Veverka: Dokumentace pro stavební povolení*. Brno: VH atelier, spol. s r.o., 2012.
- [12] *Mapa charakteristik klimatu* [online]. Český hydrometeorologický ústav. 2016 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>
- [13] *Klimatické regiony* [online]. Holovousy: Ovocnářská unie, 2017 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.ovocnarska-unie.cz/sispo/?str=klima-mapa>

- [14] *Ředitelství podniku* [online]. Brno: Povodí Moravy. s. p., 2017 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/o-podniku/reditelstvi/>
- [15] *Plán oblasti povodí Dyje* [online]. Povodí Moravy. 2013 [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/pop/2009/Dyje/end/a-popis/a-popis.html>
- [16] *Oblastní plán rozvoje lesů: Předhoří Českomoravské vrchoviny* [online]. Holovousy: Brandýs nad Labem, 2001 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: [16] http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO33-Predhori_Ceskomoravske_vrchoviny.pdf
- [17] *Geoportál* [online]. Praha: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2017 [cit. 2017-02-27]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz>
- [18] *Geologická mapa 1 : 50 000* [online]. Praha: Česká geologická služba, 2014 [cit. 2017-02-27]. Dostupné z: http://mapy.geology.cz/geocr_50/
- [19] RAPLÍK, Milan, Pavel VÝBORA a Karel MAREŠ. *Úprava tokov.* Bratislava: Alfa, 1989. Edícia stavebníckej literatúry.

SEZNAM TABULEK

Tab. 1:	Charakteristika oblasti dle Quitta (1971) [4]:	16
Tab. 2:	Rozložení průměrných srážek do jednotlivých měsíců [11].....	17
Tab. 3:	Rozložení teploty vzduchu do jednotlivých měsíců [11].....	17
Tab. 4:	Hodnoty m-denních průtoků [11]	18
Tab. 5:	Hodnoty N-letých průtoků [11]	18
Tab. 6:	Struktura zemědělské půdy v oblasti povodí Dyje [15].....	19
Tab. 7:	Nejvýznamnější pěstované plodiny v oblasti povodí Dyje [15]	19
Tab. 8:	Živočišná výroba v oblasti povodí Dyje [15]	20
Tab. 9:	Zastoupení lesních vegetačních stupňů v oblasti povodí Dyje [15] ...	20
Tab. 10:	Porovnání druhových skladeb v % [15].....	21
Tab. 11:	Přehled dotčených pozemků [17]	29
Tab. 12:	Výběrová kritéria doprovodného porostu [8]	36
Tab. 13:	Vstupní data do programu HEC–RAS.....	40
Tab. 14:	Výstupní data ze stanovení kapacity koryta z programu HEC-RAS..	41
Tab. 15:	Výstupní data z programu HEC–RAS pro $Q_5 = 12,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	42

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1:	Situace zájmového území, M 1 : 5000 [17]	9
Obr. 2:	Správní členění povodí Moravy [14]	10
Obr. 3:	Povodí toku Veverky (zdroj: VH mapa 1 : 50 000).....	11
Obr. 4:	Geologická mapa zájmového území 1 : 50 000 [18]	12
Obr. 5:	Situace a popis sond – sedimentační nádrž [11]	13
Obr. 6:	Mapa hydrogeologických poměrů [15].....	14
Obr. 7:	Mapa klimatických poměrů dle Quitta [13].....	15
Obr. 8:	Mapa srážkových úhrnů ČR [12].....	17
Obr. 9:	Ukázka absence vegetačního doprovodu [A. Vyplél]	22
Obr. 10:	Ukázka stavu vegetačního doprovodu v ř. km 0,632-0,652 [A. Vyplél]	22
Obr. 11:	Mapa přírodního parku Podkomorské lesy [A. Vyplél]	23
Obr. 12:	Příčný práh v ř. km 0,688 [A. Vyplél]	25
Obr. 13:	Kamenný pohoz v ř. km 0,700 [A. Vyplél]	25
Obr. 14:	Balvanitý skluz v ř. km 0,680 [A. Vyplél].....	26
Obr. 15:	Příčný práh v ř. km 0,882	26
Obr. 16:	Boční eroze břehu v ř. km 0,671 až 0,688 (PF04 a PF05) [A. Vyplél]	27
Obr. 17:	Břehová nádrž v ř. km 0,671 (PF04) [A. Vyplél].....	27
Obr. 18:	KÚ v ř. km 0,918 (PF17) [A. Vyplél].....	28
Obr. 19:	Úsek toku v ř. km 0,882 až 0,918 (PF14 a PF17) [A. Vyplél]	28
Obr. 20:	Kamenný pohoz v ř. km 0,865 až 0,918 (PF13 a PF17) [A. Vyplél] .	28
Obr. 21:	Ukázka říčního sedimentu [A. Vyplél]	30
Obr. 22:	Směr výpočtu při řešení nerovnoměrného proudění [10]	38
Obr. 23:	Schéma pro výpočet nerovnoměrného proudění [10].....	38
Obr. 24:	Grafický výstup profilu PF01 z programu HEC–RAS	43
Obr. 25:	Grafický výstup podélného profilu z programu HEC–RAS pro Q_1 ...	43
Obr. 26:	Ukázka prostorového zobrazení s interpolovanými meziprofily při Q_1	44

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

c_{ef}	soudržnost zeminy	[kPa]
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav	
ČOV	čistírna odpadních vod	
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální	
E_{def}	modul přetvárnosti	[MPa]
HPV	hladina podzemní vody	
LVS	lesní vegetační stupeň	
PF	příčný profil	
Q_{150d}	150-denní průtok	[m ³ .s ⁻¹]
Q_1	jednoletý průtok	[m ³ .s ⁻¹]
R_{dt}	výpočtová pevnost zeminy	[kPa]
ř. km	říční kilometr	[km]
ν	Poissonovo číslo	[-]
ρ_n	objemová tíha	[kN.m ⁻³]
φ_{ef}	úhel vnitřního tření	[°]

SEZNAM PŘÍLOH

A1.	Přehledná situace	1:50 000
A2.	Podrobná situace	1:1000
A3.	Podrobný podélný profil	1:1000/100
A4.	Příčné řezy	1:150
A5.	Vzorový příčný řez PF04	1:50
A6.	Vzorový příčný řez PF05	1:50
A7.	Vzorový příčný řez PF13	1:100
A8.	Vzorový příčný řez PF14	1:50
A9.	Vzorový příčný řez PF15	1:50
A10.	Vzorový příčný řez PF16	1:50
A11.	Vzorový příčný řez PF17	1:50
A12.	Návrh vegetačního doprovodu	1:1000
B1.	Hydrotechnické výpočty balvanitého skluzu	-